

Jean-Louis VALENTIN

Le colombage, mode d'emploi

Lire et **décrire** le pan de bois

Diagnostiquer les désordres

Entretenir une maison à colombage

Restaurer le pan de bois

EYROLLES

Le colombage,
mode d'emploi

Dans la même collection

Gil Eckert, *Bien penser sa cuisine*

Pierre-Gilles Bellin, *Bien penser son chauffage au bois*

Iris ViaGardini, *Enduits et badigeons de chaux*

Dans la même série

à paraître :

P. Thiébaut, *Créer, modifier ses ouvertures*

M. Dewuef, *Le torchis, mode d'emploi*

Série « Chantiers pratiques »
Conception, coordination générale et direction d'ouvrage : PATRIBAT *productions*
(Hervé Fillipetti, Fabienne Sébilo).

Crédit iconographique

Dessins : Cécile Gagnepain

Photographies : PATRIBAT *productions*

Éditions Eyrolles
61, bd Saint-Germain
75 240 Paris Cedex 05
www.editions-eyrolles.com

ISBN : 2-212-11983-6
ISBN 13 : 978-2-212-11983-1

Jean-Louis Valentin

Le colombage, mode d'emploi



Une technique millénaire... toujours d'actualité

Une grande partie du territoire français est concernée par le pan de bois.

Jusqu'au XIXe siècle, on édifia des maisons en pans de bois, alors même que cette technique existait déjà depuis au moins le XIVe siècle, si l'on ne considère que les témoins encore présents datant de cette époque. C'est dire que ce principe constructif a été systématiquement employé, tant en milieu urbain qu'à la campagne, dès que cela a été possible ou nécessaire.

Il est évident que seules des qualités intrinsèques, notamment de durabilité, peuvent expliquer la persistance de cette technique sur une aussi longue période et dans un espace aussi large. Pourtant, au XIXe siècle et surtout au XXe siècle, les constructions en pans de bois furent frappées d'indignité, beaucoup considérant que ces « maisons médiévales branlantes » n'avaient plus leur place dans une société moderne, notamment urbaine.

On les cacha alors sous des enduits imitant la pierre appareillée, pour leur donner une apparence d'honorabilité, et, surtout, on les détruisit, par quartiers entiers, pour bâtir des immeubles modernes qui, au mieux, dureraient soixante ans. Ces disparitions massives en laissèrent cependant un nombre suffisant, surtout en milieu rural, pour que leur valeur et leur intérêt soient à nouveau affirmés.

Aujourd'hui, des régions telles que la Normandie, la Picardie, l'Artois, la Champagne, l'Alsace, l'Île-de-France, l'Orléanais, le Berry, le Maine, la Bretagne, le Bourbonnais, la Bourgogne, la Gascogne, le Pays Basque, présentent, avec des typologies différentes, de très nombreux exemples, plus ou moins anciens, de bâtiments agricoles et de maisons d'habitation construits en pans de bois.

Hors ces provinces où il s'impose de manière évidente dans les paysages, le pan de bois est aussi, en une moindre mesure, présent dans bien d'autres régions, où il marque essentiellement les centres urbains.

Se posent alors, pour de nombreux propriétaires, les problèmes de l'entretien, la restauration, la valorisation de ces édifices, certains très modestes, d'autres étonnamment complexes.

Face à ce très riche patrimoine architectural, beaucoup d'erreurs ont été commises, par ignorance ou incompétence professionnelle, certaines ne remettant pas en cause l'équilibre des bâtiments, d'autres, au contraire, occasionnant des désordres irréversibles.

L'objet de cet ouvrage[1] est de rappeler les grands principes qui régissent les constructions en pans de bois et de donner aux propriétaires privés, aux élus des communes, aux artisans et aux architectes des méthodes d'analyse et d'intervention. Car seuls la parfaite maîtrise technique, mais aussi le bon sens, permettront de donner aux vieilles maisons à pans de bois une seconde chance pour que puissent s'affirmer leurs indéniables qualités – avérées pendant de très nombreux siècles – tout au long du XXIe siècle encore et même au-delà.

1. Seuls les problèmes de structure seront abordés dans cet ouvrage, les techniques de hourdis (dont le torchis) étant traitées dans un autre volume.



Origine et présence du colombage

À l'inverse d'une idée très répandue, le bois est un matériau d'une résistance et d'une longévité hors du commun. C'est à cause d'une méconnaissance profonde des qualités de ce matériau que ces préjugés, alimentés par l'idée d'un confort et d'une modernité qui ne pourraient être assurés que par la pierre, firent perdre, surtout à partir de la fin du XIXe siècle, le « réflexe bois » en matière de construction.

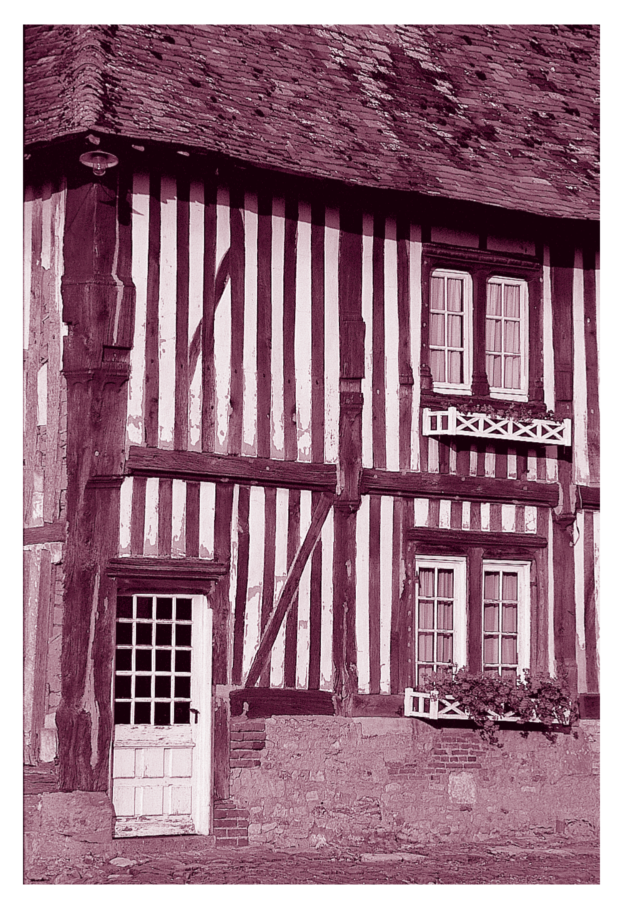
On perdait ainsi le fil d'une histoire technologique vieille de plusieurs milliers d'années, qui avait donné à ce matériau une place fondamentale dans de nombreuses régions du monde.

Héritière de cette culture très ancienne du bois, la construction à colombage, qui fit d'abord appel à des techniques rudimentaires, trouva rapidement son plein épanouissement et, dès le XIVe siècle, offrit dans les assemblages des pièces mises en œuvre une sophistication poussée à l'extrême.

Histoire du colombage

S'il est difficile de dater l'apparition du pan de bois en France, on peut néanmoins émettre plusieurs hypothèses.

Tout d'abord, cette technique se place dans une logique d'économie de matériau, de recherche de légèreté de la construction et de facilité de mise en œuvre. Entre une construction faisant appel aux troncs d'arbre massifs empilés ou juxtaposés et une construction à pans de bois, on comprend vite la différence de volume du matériau transporté mis en œuvre.



Détail de façade d'une maison du pays d'Auge, où les poteaux de remplissage forment une grille serrée, barrée d'éperons et de décharges.

Si la forêt est largement dominante sur notre territoire jusqu'aux XIIe, XIIIe siècles, l'expansion de l'agriculture, le développement de la marine, l'accroissement du nombre des forges, entraînèrent rapidement une diminution des surfaces forestières qui conduisit à une réflexion sur leur usage et leur gestion. La construction à pans de bois trouvait naturellement sa place dans cette recherche.

Par ailleurs, si l'insécurité du haut Moyen Âge obligeait à concevoir des édifices pouvant résister à des assauts violents (rôle des palissades et des fortifications édifiées en rondins juxtaposés ou superposés), une plus grande stabilité politique permit, à partir d'une certaine époque, de développer des constructions en pans de bois résistant certes au temps, mais présentant une fragilité au niveau du remplissage entre les bois de l'ossature (généralement traité en torchis).

On vérifie cette hypothèse en constatant que certaines « maisons fortes » médiévales (maisons de justice et prisons) construites en pans de bois réduisent l'écartement entre les pièces verticales et en augmentent la section, les rapprochant ainsi des troncs juxtaposés cités plus haut (pose dite « bois pour bois » ou « tant plein que vide »).

Face à ces considérations, on peut supposer que la technique du pan de bois dut véritablement s'affirmer à partir des XIIe-XIIIe siècles. Toutefois, les fouilles archéologiques ont pu révéler la présence, dès le Néolithique, de techniques de construction s'apparentant au pan de bois.

Une très longue période d'expérimentation, d'amélioration progressive de la technique, notamment par le perfectionnement des outils, a permis d'aboutir aux constructions les plus anciennes encore intactes que nous a léguées l'Histoire (par exemple à Troyes la façade de l'hôtel du Champ des oiseaux, qui présente des caractéristiques techniques du XIIIe siècle, avant confirmation par dendrochronologie), où la science des assemblages est parfaitement maîtrisée.

Au XVIe siècle, la technique du pan de bois atteint une perfection qui ne sera jamais mise en défaut lors des siècles ultérieurs.

Aujourd'hui encore, les bâtiments de cette époque constituent des références en matière d'intelligence technologique et de compréhension du matériau bois, dont on a su tirer alors le meilleur de ses performances.



Maison dite « d'Adam » à Angers. Datant de la fin du XVe siècle, elle exprime tout le raffinement que l'on a pu atteindre dans l'art du pan de bois à cette époque.



Manoir de Coupesarte, dans le Calvados. La technique du colombage a concerné l'ensemble du bâti, du plus modeste bâtiment agricole au manoir le plus élégant.

Typologie régionale des maisons à colombages

La présence de très nombreuses constructions en pans de bois en France est loin de conduire à des paysages bâtis uniformes. En effet, si le principe constructif reste le même, des différences notables marquent le bâti des régions où le pan de bois se manifeste, en particulier la visibilité ou la non-visibilité de la structure.



Bâtiment agricole en pays d'Auge, présentant une trame régulière, typique du pan de bois normand, avec colombes très rapprochées.

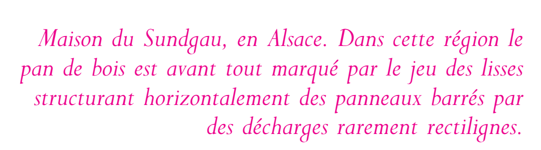
Pan de bois caché

Dans des régions telles que la Picardie, l'Artois, une partie du pays de Caux en Normandie, le Beauvaisis en Île-de-France, la structure est cachée par un clayonnage fixé sur la charpente et enduit de torchis. Rien alors, si ce n'est la dégradation de ce revêtement, ne permet de déchiffrer la façade. Le pan de bois formant structure de ces édifices n'est pas destiné à être vu : ses éléments sont généralement de médiocre qualité et sans intérêt esthétique.



Maison du Labourd, en Pays Basque. Le pan de bois y est très sobre, sans décor, et les poteaux de remplissage très espacés et de faible section.





Maison du Sundgau, en Alsace. Dans cette région le pan de bois est avant tout marqué par le jeu des lisses structurant horizontalement des panneaux barrés par des décharges rarement rectilignes.

On a pu enfin en milieu urbain (mais cette pratique n'intervient en général pas avant le XVIIIe siècle), cacher les pans de bois comme une chose indigne, pour faire oublier une technique apparentée aux bâtiments ruraux, et donner l'illusion d'une maçonnerie de pierres enduites.

Maison du Ternois, en Artois. Le pan de bois disparaît totalement sous un enduit de terre qui recouvre un lattis cloué à l'ossature.





Bâtiments agricoles du Briennois, en Champagne. L'essentage de planches posées à clins, avec joints continus, protège le pan de bois formant structure des murs.

Pan de bois protégé

Dans un certain nombre de cas, on a pu protéger les façades les plus exposées aux vents humides en clouant sur les éléments de l'ossature des tuileaux de terre cuite, des ardoises ou encore des bardeaux de bois. Les exemples sont nombreux en Normandie, en Bretagne, en Champagne.

Pan de bois visible

Lorsque les pans de bois sont visibles (cas de la plupart des régions) on peut noter des différences régionales dans la structure, au niveau des éléments de subdivision des panneaux, des éléments de confortement, des éléments de décor enfin.

■ Éléments de subdivision des panneaux

Une première distinction est donnée par la présence plus ou moins importante de pièces verticales[2] de remplissage des panneaux (colombes et tournisses) : très rapprochés dans le pays d'Auge ou dans le Briennois en Champagne par exemple, ils seront peu nombreux et très espacés dans le Marensin landais ou la Basse-Navarre basque.

LUTTER CONTRE L'INCENDIE

On ne confondra pas la pratique régionale du bardage avec celle de nombreux centres urbains où, pour des problèmes de sécurité, des arrêtés municipaux obligèrent, à des époques diverses, à recouvrir les façades d'un enduit de terre ou de plâtre les protégeant de l'incendie et cachant des pans de bois à l'origine visibles.

2. Voir « Principes de construction », page 25.

De même, la section de ces pièces est très variable. Dans des régions telles que l'Arcesais et le Briennois en Champagne, le Sundgau en Alsace, le Pays Fort en Berry, ainsi qu'en Bresse par exemple, le remplissage des panneaux est avant tout réalisé à partir d'éléments horizontaux (lisses). Cette pratique, qui marque prioritairement la partie haute des bâtiments, semble, par son aspect fruste, être le fait d'époques plus anciennes.



Maison du Marensin, dans les landes de Gascogne.
La façade est compartimentée en panneaux contreventés en partie haute par des liens.

■ Éléments de confortement des panneaux

La présence ou l'absence de pièces obliques servant à contreventer les panneaux (écharpes, éperons, liens, guettes, croix de Saint-André), et leur organisation plus ou moins répétitive sur les façades, introduisent des différences fondamentales forgeant pour l'essentiel l'image régionale des maisons à pans de bois.

On pourra ainsi, par exemple, opposer un pan de bois solognot en Orléanais, ou augeron en Normandie, où les décharges se succèdent en formant de véritables frises, à un pan de bois du pays de Caux en Normandie encore, où seules les colombes verticales rythment les façades.

Détail d'une maison du Briennois, en Champagne.
Elle se caractérise par l'absence de poteaux et de tournisses et la multiplication des lisses venant s'assembler dans une décharge courbe.





Maison du Perthois, en Champagne.
Jeu régulier des poteaux, sablières et décharges. La façade est protégée par le débordement du toit formant demi-croupe.

Éléments de décor



Sur ce pignon du Sundgau, en Alsace, les pièces de décharge s'opposent d'un panneau à l'autre en composant un véritable décor.

Les charpentiers ont pu introduire des figures géométriques, très souvent liées aux éléments de décharge et de contreventement, dont le rôle décoratif et symbolique double la fonction technique.

Des régions comme la Normandie, la Bretagne, la Champagne, mais surtout l'Alsace ont ainsi développé un art très abouti du décor du pan de bois.

Toutefois, il faut bien se garder de penser que cette expression régionale des pans de bois se manifeste par des paysages bâtis homogènes. Au sein de territoires restreints, de «pays» regroupant quelques communes, l'histoire des populations, les contraintes du milieu environnant, la disponibilité en bois, la plus ou moins grande richesse des constructeurs, la persistance de techniques archaïques, l'existence de programmes plus ou moins ambitieux, ont pu conduire à une grande hétérogénéité de traitements structurels et d'organisations de façade.

La diversité des pans de bois régionaux est ainsi prodigieuse, si l'on considère l'ensemble des paramètres impliqués. Seule une approche très fine de la construction sur laquelle on veut intervenir, et une analyse complète des éléments qui la composent, permettront d'en comprendre l'originalité, voire le caractère unique, la distinguant des maisons environnantes.



Décor recherché sur un bâtiment de ferme en pays d'Auge, avec doublement des branches des croix de Saint-André marquant le niveau du plancher d'étage.





Technique du pan de bois

Un bois, bien préparé et mis en œuvre dans les conditions requises peut, sans recours à quelque protection artificielle que ce soit, résister des centaines, voire des milliers d'années.

Pour ce faire, il convient de respecter le matériau, d'en comprendre tous les aspects, de lui donner le juste rôle dans une construction en fonction de l'essence d'arbre utilisée, de ses performances, de ses qualités et défauts.

Matériau vivant, le bois souffre plus des indélicatesses des hommes à son égard que d'une fragilité dont on voudrait souvent le charger par simple méconnaissance de sa nature profonde.

Intervenir sur un pan de bois ne peut se faire que dans la parfaite maîtrise d'un métier nourri d'une culture qui ne se résume pas à la manipulation d'outils transformant l'arbre en poutres.

Qualités et défauts du bois

Le bois offre un rapport volume/poids très avantageux pour des bâtiments élevés sur des sols instables. Sa «masse volumique» autorise ainsi des constructions sur des terrains marécageux, ce qui est inconcevable pour un édifice en pierre.

Résistance thermique

La faible épaisseur d'un mur en pans de bois (de l'ordre de 18 centimètres) rend son usage intéressant dans l'optique d'un gain de surface habitable par rapport à l'emprise au sol de la maison. Dans le même temps, et malgré cette faible épaisseur, son coefficient de résistance thermique le rend très compétitif par rapport à d'autres matériaux. Ainsi, un mur en pans de bois avec un hourdis en torchis aura un coefficient de résistance thermique bien supérieur à celui d'une maçonnerie traditionnelle.

De plus, le bois absorbe sans difficulté des variations de température que ne supporterait pas la pierre.

Résistance mécanique

La résistance à la compression d'un bois debout est quasi illimitée dans l'hypothèse de bâtiments de plusieurs étages. Sa structure fibreuse, plus ou moins dense selon l'essence, l'âge et les conditions de pousse de l'arbre utilisé, le rendent alors indéformable même avec des bois de section modeste.



Commune du pays d'Auge.
La multiplication des guettes introduit un jeu esthétique qui fait oublier leur rôle de pièces de contreventement.

La section des bois utilisés, augmentée de la portée des poutres et des charges à recevoir, feront varier la résistance à la flexion des bois de flanc. Arbitrairement, le charpentier retiendra une section de 25 centimètres pour une portée de 5 mètres. Mais le problème est marginal dans les constructions à pans de bois, où les charges sont reprises et distribuées. Une sablière d'étage, sur laquelle repose un plancher, répartit toujours les charges sur l'ensemble du panneau : il n'y a donc pas de flexion mesurable à son égard.



Un hourdis en torchis non entretenu se dégradera vite, ce qui, à terme, mettra en danger les assemblages en pied de poteau.

Résistance au feu

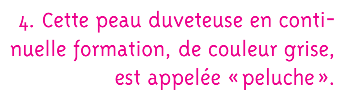
On a également commis beaucoup d'erreurs de jugement à propos de la faible résistance du bois face au feu. Le bois massif brûle pourtant très lentement : 1 centimètre au maximum par heure pour une intensité constante du feu à 900 °C.

Au-delà de cette température, il charbonne sur 2-3 centimètres d'épaisseur seulement, le cœur restant intact. Dans le pan de bois, l'écartement des pièces participe à la protection[3] de la façade (d'autant plus quand il est hourdé à la terre) car le feu se propage de bois en bois, par ondes de chaleur.

Résistance à l'humidité

S'il est vrai que le premier ennemi du bois est l'humidité, il est également certain que son immersion complète dans l'eau ne l'atteint d'aucune manière, pour preuve, notamment, la technique de construction sur pilotis, y compris dans des lagunes où l'eau est chargée en sel, où le bois montre son imputrescibilité quasi définitive.

3. Lors de l'incendie de Troyes en 1524, où le feu avait pris dans les toitures de chaume, la poutraison des façades et des planchers avait résisté, ce qui permit à la ville d'être entièrement reconstruite dès 1536.



4. Cette peau duveteuse en continuelle formation, de couleur grise, est appelée « peluche ».

5. Voir aussi « Les termites », page 21.

Résistance aux attaques des champignons et des insectes

Ce n'est pas tant l'eau qui est à craindre que l'attaque menée, dans un milieu humide mais aérien, par les champignons qui ouvrent la voie aux insectes. En effet le bois, par sa structure même, et pour autant que l'on ait respecté lors de son équarrissage le sens des fibres qui le composent, est naturellement imperméable grâce à la protection donnée, en surface, par les fibres de cellulose[4] s'alignant sur le ruissellement de l'eau.

D'où la nécessité de placer le bois dans son « bon sens » quand on le met en œuvre dans une construction. La pluie qui fouette une façade n'est donc en aucun cas un danger pour la maison à pans de bois car le moindre souffle d'air ou rayon de soleil les assèche rapidement. Mais qu'une voie d'eau amène l'humidité à stagner dans l'une de ses parties, notamment ses assemblages, et de graves dégâts peuvent l'affecter.

Enfin, on reproche généralement au bois sa fragilité face aux insectes[5] xylophages, tels que capricornes et vrillettes. Mais si ceux-ci pénètrent effectivement son aubier, ils ne peuvent attaquer le cœur de l'arbre, qui secrète des tanins arrêtant leur progression.

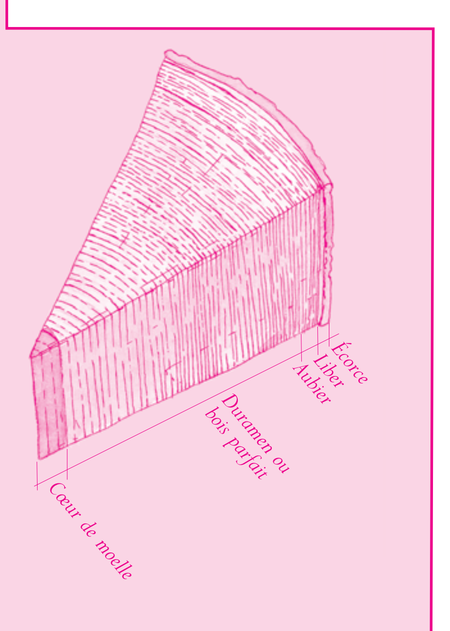
On retiendra donc au total que les défauts dont on accuse le bois ne procèdent le plus souvent que d'une incompréhension de ses qualités intrinsèques conduisant à des usages aberrants, qui seront développés plus loin.

Aubier et duramen

On distingue dans un arbre deux parties successives (comme on distingue chez un homme la chair et le squelette) :

- l'aubier, ou faux-bois, directement sous l'écorce;
- le duramen, ou bois parfait, le cœur de l'arbre, né de la transformation de l'aubier.

L'aubier est, en fait, la partie vivante de l'arbre, où circule la sève. Son épaisseur est variable. La croissance de l'arbre est liée à l'épaisseur d'aubier qu'il peut faire en une saison. Plus un arbre est vieux, moins son aubier est épais . (Un chêne de 80 centimètres de diamètre n'a plus que 2 centimètres d'aubier, tandis qu'un jeune chêne de 10 centimètres de diamètre peut avoir 6 centimètres d'aubier). Un très vieil arbre peut ne plus avoir d'aubier car il s'altère. Il a des gerces ; l'écorce commence à s'ouvrir et son pied se creuse en cône.



Préparation du bois

Prédominance du chêne

Sans conteste, c'est le chêne qui a été prioritairement utilisé pour construire en pan de bois, subsidiairement le châtaignier lorsque le chêne manquait, voire le peuplier pour les bâtiments agricoles ou même le pin dans la région gasconne. Mais dès qu'on en eut le choix, le chêne forma structure ou, au moins, fut utilisé pour les pièces recevant le plus de charges : poteaux principaux, sablières, décharges.

Quasiment imputrescible lorsqu'il est mis en œuvre dans les conditions adéquates, le chêne prédomine pour ses qualités de résistance. Pour les pièces travaillant le plus on choisit du chêne de bordure car, moins protégé que les arbres du centre de la forêt, il a souffert lors de sa pousse et acquis une résistance incomparable.

On a quelque peu perdu aujourd'hui cette intelligence du bois de construction, cette attention portée à ses caractéristiques particulières, qui permettait de juger d'un coup d'œil qualités et défauts nés des conditions de sa pousse, de son abattage, de son stockage et de sa préparation.

Abattu et mis en œuvre dans les conditions adéquates, le chêne est un matériau incomparable par sa longévité et sa résistance.



Abattage de l'arbre

Dans la tradition, l'abattage se fait à un moment où il est le moins gorgé de sève et le plus chargé en résine (ces données sont lisibles dans les cernes de croissance d'un arbre), à savoir de novembre à février-mars, quand la sève est basse et que les feuilles sont tombées. On tient compte aussi de la lune descendante.

Ces conditions d'abattage permettaient aussi de préserver l'arbre des champignons lignivores (mérule), qui dénaturent les tanins protecteurs, infectent l'aubier (la chair vivante de l'arbre sous l'écorce) en détruisant les matières ligneuses et facilitent l'attaque des insectes xylophages.

Stockage du bois



Le bois est entreposé à l'air libre, sur cales, afin d'éviter les remontées d'humidité risquant de l'affecter.

Après abattage, l'arbre était autrefois entreposé sur place dans la forêt, sur un terrain pentu pour éviter que l'eau stagne en dessous et que l'humidité pénètre le bois.

Aujourd'hui, on débarde les grumes le plus tôt possible, on les stocke à l'extérieur, sur cales pour éviter le contact avec le sol et permettre à l'air de circuler tout autour.

On ne recouvre pas le bois d'une bâche, ce qui risquerait d'entraîner son échauffement et empêcherait la pluie et la neige de le protéger des champignons et des insectes.

Les troncs sont écorcés avant débitage, pour éviter la présence de cailloux et de terre risquant d'endommager les scies.

Le bois de chêne peut être stocké ainsi pendant deux, voire trois ans, sans dommage. Équarris et débarrassés de leur aubier, les bois sont difficilement attaquables, car le cœur de l'arbre, le duramen ou bois parfait (en quelque sorte son squelette), ne peut être altéré.

Analyser la mise en œuvre des éléments du pan de bois est indispensable avant d'envisager les interventions de restauration. On évitera ainsi de conduire des travaux qui contrediraient la logique historique du bâtiment ou qui aggraveraient les dégradations.



Mise en œuvre du bois

On évite le plus souvent de travailler des bois secs, notamment le chêne, car leur dureté les rend alors très difficiles à façonner.

Les bois vont terminer leur séchage alors qu'ils sont déjà mis en œuvre dans la construction (cela peut provoquer du jeu dans les assemblages lors de leur retrait, mais sans véritable inconvénient pour l'édifice).

Pour les mêmes raisons, le charpentier utilisant des **bois de réemploi** cherchera à éviter au maximum d'avoir à les retravailler.



Preuve de réemploi pour cette traverse : les traces des encoches destinées, dans son usage précédent, à accueillir l'extrémité de paleçons. On n'hésitait pas à montrer ces pièces de réemploi même dans le cas de colombages apparents.

Les termites

C'est le plus redouté des insectes xylophages, et il est vrai que le termite peut faire des ravages quand les conditions sont propices à son activité.

À l'inverse des capricornes, des vrillettes et des lyctus, ce sont autant les insectes adultes que les larves qui se nourrissent de la cellulose du bois.

Les régions méridionales sont de loin les plus atteintes, notamment la Gascogne. Mais on en trouve aussi, en bien moindre quantité toutefois, jusque dans la région parisienne et en Normandie.

Les mêmes précautions dans la préparation des bois de charpente et l'entretien des maisons sont à prendre à son égard que pour les autres insectes xylophages.

DÉNOMINATION DES PIÈCES

Toutes les pièces horizontales d'une façade à pans de bois ne sont pas des sablières et toutes les pièces verticales ne prennent pas le nom de poteau. Chaque élément constitutif du pan de bois a un rôle précis à jouer et ce rôle, comme la place qu'il occupe dans la façade, lui ont donné son nom.

Vocabulaire du pan de bois

Comme toute technique de construction, le pan de bois a généré un vocabulaire très riche pour désigner chacune des pièces entrant dans la composition des façades et la mise en œuvre des éléments constitutifs des murs. Ces termes techniques ont parfois leurs interprétations régionales, souvent simples déformations du terme « scientifique ».

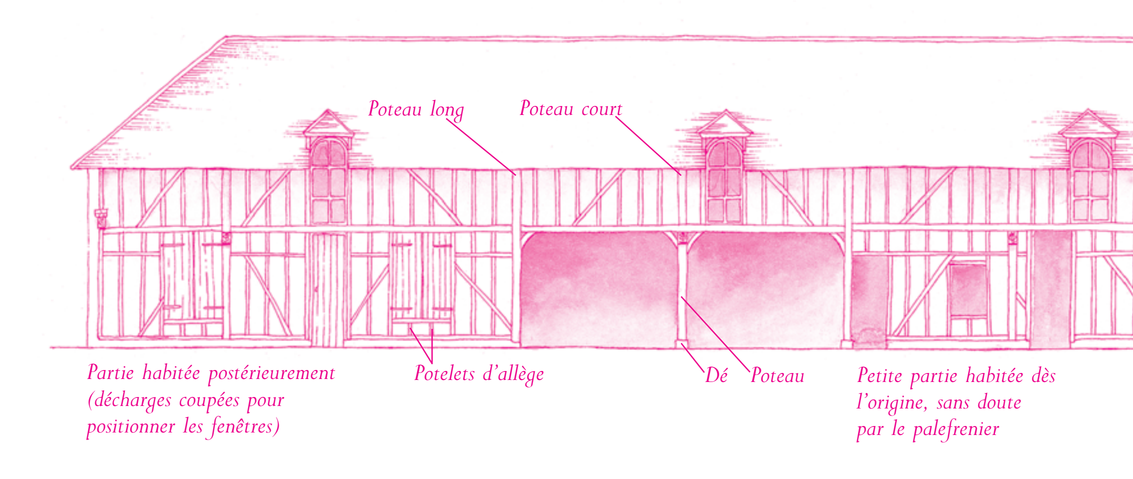
Origine des termes

Les colombes, pièces de bois verticales montant de sablière à sablière et constituant le remplissage, tirent leur nom du *columna* latin désignant la colonne.

Le terme de **sablière** donné aux pièces de bois horizontales principales, venant de sable, peut être une réminiscence d'époques anciennes où le bâtiment s'appuyait directement sur le sol.

Quant aux **décharges**, pièces obliques mettant en relation deux sablières successives ou une sablière et un poteau, elles reportent effectivement les charges des parties supérieures du bâtiment vers la sablière basse et les poteaux porteurs.

De même, la **guette**, pièce de contreventement reliant en partie basse une sablière et un poteau, ne doit pas être confondue avec le **lien** qui, lui, relie en partie haute sablière intermédiaire ou haute et poteau.

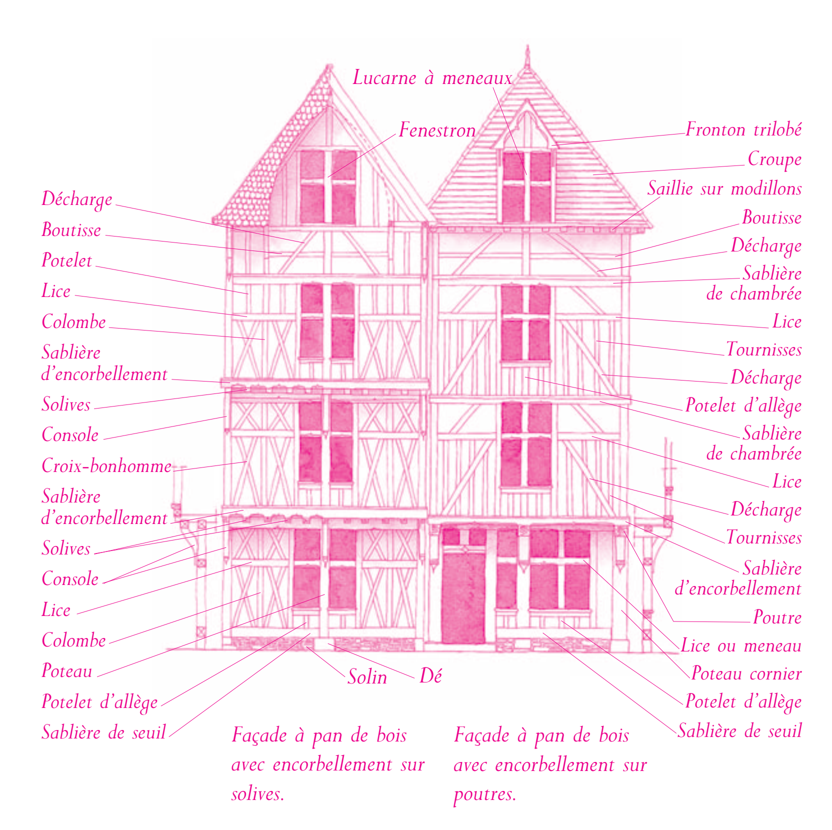


Un vocabulaire précis

La bonne intelligence entre les futurs acteurs du chantier de restauration (le propriétaire, l'artisan et éventuellement l'architecte) découle de l'usage d'un vocabulaire commun. Il est donc indispensable dans tout dialogue concernant une commande de travaux d'utiliser les mots justes.

En évitant les confusions dans la désignation des éléments de l'ossature et du remplissage on s'épargnera des erreurs au moment de la commande écrite ou orale, ou lors de l'établissement du devis.

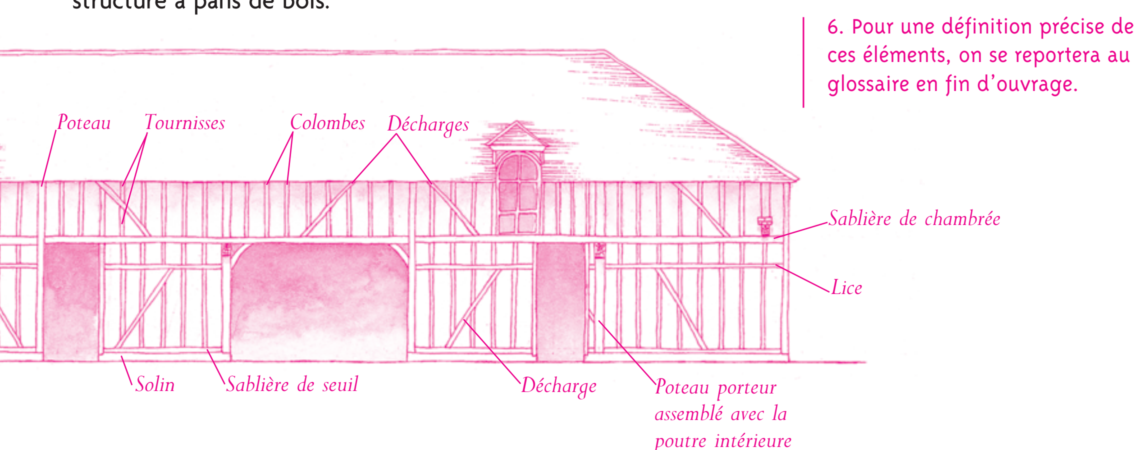
Les deux schémas ci-dessous et ci-contre permettent de désigner chacune des pièces[6] d'une structure à pans de bois.



Façade à pan de bois avec encorbellement sur solives.

Façade à pan de bois avec encorbellement sur poutres.

6. Pour une définition précise de ces éléments, on se reportera au glossaire en fin d'ouvrage.



Principes de construction

La structure

Le pan de bois, encore appelé colombage, voire, en Normandie, galandage, est une structure porteuse constituée d'éléments verticaux et horizontaux.

Les **poteaux** et les **sablières** (dites aussi traverses) définissent des **panneaux** eux-mêmes subdivisés par des bois de section moindre, les **colombes**[7].

Des **décharges obliques** reportent les charges, les surfaces[8] qu'elles définissent étant tramées par des pièces de bois verticales qui s'y assemblent, les **tournisses**, et parfois par des pièces horizontales, les **entretoises** (appelées encore lisses ou lices). Aux variantes près exposées dans le chapitre précédent, ce principe est systématique.

Les **poteaux d'angle** (ou poteaux corniers) et les **poteaux principaux** portent la **sablière haute** (ou la sablière de chambrée dans le cas d'un bâtiment de plusieurs niveaux) et s'appuient au sol par l'intermédiaire de dés en pierre.

La sablière basse, la sole, s'assemble aux poteaux et repose sur un mur bahut, un solin, soubassement de pierres ou de briques maçonnées qui l'isole de l'humidité du sol.

Dans le cas où le remplissage du panneau se fait par un alignement de colombes sans décharge, une pièce oblique prend parfois ces dernières en écharpe et les solidarise : c'est l'**écharpe**, ou éperon[9].

Les assemblages

Toutes les pièces majeures de l'ossature ainsi que les pièces de remplissage et les éléments de confortement des panneaux, liens, guettes, éperons, s'assemblent à **tenon** et **mortaise**. Les tournisses s'assemblent de biais aux décharges par un **assemblage à oulices**. Tous ces assemblages sont chevillés.

D'autres assemblages seront éventuellement employés pour, dans le cadre d'une restauration par exemple, raccorder bout à bout deux éléments de sablière ou de poteaux : on parle alors d'**entures** (à sifflet, à trait de Jupiter…).

7. Souvent appelées potelets bien que ce terme soit réservé aux bois verticaux de faible hauteur situés sous les appuis des fenêtres : les potelets d'allège.

8. Voir chapitre I, page 12.

9. Le coup d'éperon redresse le cheval et le remet en obéissance et par analogie cette pièce redresse ou tient la verticalité des colombes.

Préparation des pièces

L'ensemble de ces pièces a, en préalable au chantier proprement dit, été évalué et détaillé par le charpentier (c'est ce que l'on appelle « faire le débit du bois ») à partir du projet qui lui a été soumis (restauration partielle ou construction).

■ Sélection des bois

Le bois de chacune des pièces envisagées aura été choisi dans le stock des bois anciens et des bois neufs dont il dispose, en fonction des contraintes qu'elles auront à subir dans l'édifice et du rôle esthétique qu'elles auront éventuellement à jouer.

■ Réalisation des pièces

Après façonnage en atelier de toutes les pièces (y compris des tenons, mortaises, trous de cheville et rainurages de blocage des paleçons), à partir de l'épure (plan à échelle réduite) et de l'étalon ou ételon (tracé en grandeur vraie sur le sol de l'atelier), et avec l'aide des outils[10] appropriés, les éléments constitutifs du pan de bois sont assemblés une première fois à plat pour vérifier les liaisons, façade par façade, avant que l'édifice ne soit élevé sur son site : c'est la mise dedans à blanc.

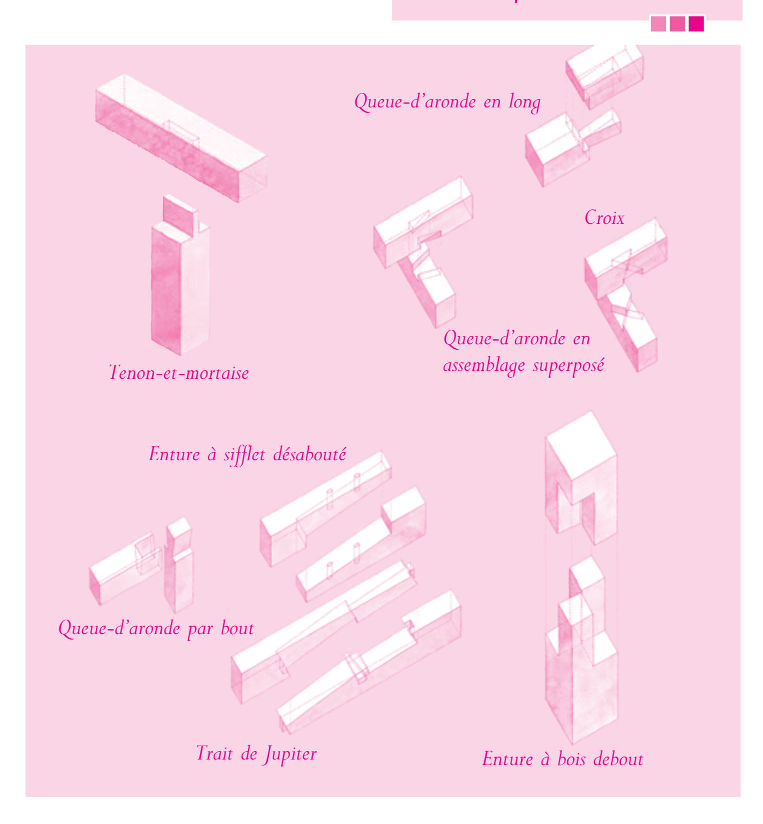
■ Chevillage des assemblages

Les assemblages sont alors testés avec des chevilles métalliques qui, lors du levage sur le chantier, seront remplacées par des chevilles en bois d'acacia préparées en atelier. On vérifie à ce moment qu'il n'y a pas de jeu dans la tire des tenons (on dit « tâter la tire »).

10. Voir la figure page 27.

FONCTION DES ASSEMBLAGES

Ce sont les assemblages, fonctionnant comme autant d'articulations, qui vont donner sa souplesse à la structure et lui permettre de subir sans dommage des déformations importantes.



Établissement des pièces

Les marques de charpentier

Un franc
Un contremarque
Un double contremarque
Un crochet
Un double crochet
Un monté
Un patte d'oie
Un ancré
Un franc à la croix
Deux contremarque
Deux patte d'oie crochet
Trois patte d'oie contremarque
Deux à l'A
Quatre crochet
Quatre contremarque deux monté
Un patte d'oie monté à la croix

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 26, 29, 30, 35, 40, 50, 100

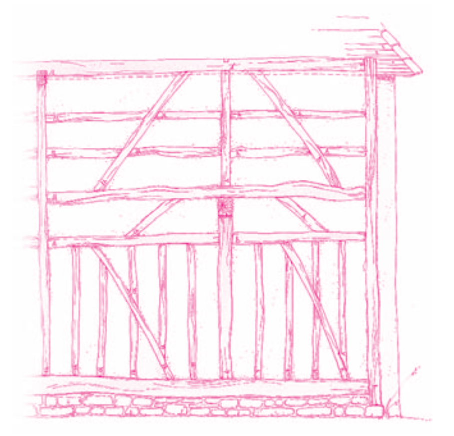
Chaque pièce de l'ossature et du remplissage a été au préalable marquée à la rainette d'un signe désignant son emplacement dans la façade. Ces marques de charpentier, utilisées depuis toujours, avec quelques variantes, par l'ensemble de la profession, permettent de remonter tout ou partie d'un édifice sans risque de se tromper.

Ce véritable alphabet sert à désigner, l'emplacement exact de l'ensemble des pièces qui constituent un pan de bois (ou une charpente de toit). C'est à la fois un outil technique et un outil de communication professionnelle, qui permet, au-delà du montage originel, de démonter un édifice, de stocker les bois, de le remonter. Les marques sont toujours gravées en pied des pièces, sur la face vue dite « en orient ».

Réalisation du soubassement

Les maçonneries du solin sont réalisées après la mise en place du pan de bois et viennent combler le vide entre le sol et la sablière basse. Selon les régions, elles mettent en œuvre des moellons de pierres dures et étanches, des silex bruts ou taillés, des galets, ou encore des briques de terre cuite pleines.

Ce solin, indépendant de la structure, répartit les charges au sol. Dans la tradition, l'emploi pour les sablières basses de bois noueux, souvent courbes et irréguliers, donne au soubassement un profil parfois mouvementé.



Les marques indiquent la position des bois et leur sens de montage.

Section des bois

Elle est fonction du rôle (y compris symbolique) joué par les différentes pièces de bois.

■ Le **poteau cornier** des maisons urbaines marquant un angle de rue peut avoir une section considérable, même si on n'en a pas besoin pour des raisons structurelles, car il est destiné à être sculpté, pour accueillir, notamment, la niche du saint patron du quartier.

■ Un simple **poteau d'angle** peut aussi avoir une section variant de 33 x 33 à 66 x 66 centimètres si des sculptures sont prévues.

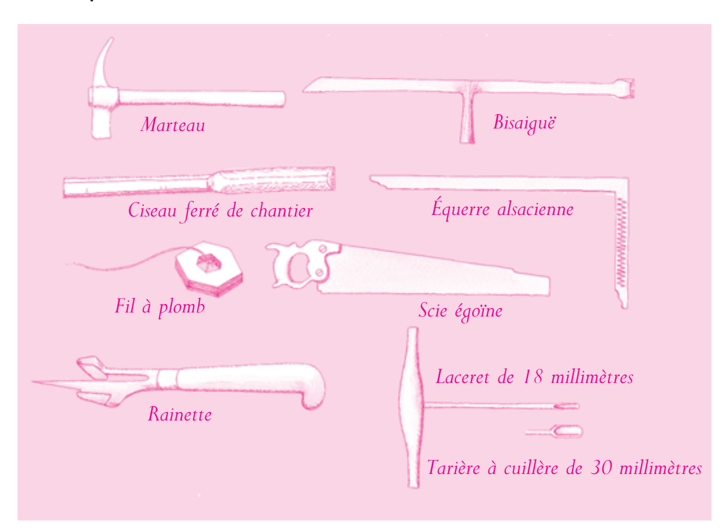
■ La section des **poteaux intermédiaires** varie d'un demi-pied (de 15 à 16 centimètres) à 1 pied[11] (30 à 33 centimètres).

■ La hauteur d'une **sablière de seuil** fait au minimum 2/3 de pied (entre 21 et 27 centimètres) et jamais plus de 1 pied.

■ Pour les **pièces de remplissage** (colombes, tournisses...), on trouve des sections variant de 8 centimètres (1/4 de pied) à 15 centimètres (1/2 pied), la plus courante étant 10-11 centimètres. Ces bois ne sont jamais réellement carrés. Dans les colombages destinés à rester apparents, la section choisie pour les éléments du remplissage sera constante dans tout le panneau.

■ Les **décharges** et les **poteaux** ont une section toujours supérieure à celle des éléments de remplissage (par exemple 12 ou 13 centimètres).

11. Le pied est une unité de mesure ancienne, encore couramment employée par les professionnels du bois et valant 0,3248 mètre.



Les outils du charpentier.

Lire le pan de bois

Les grands principes

Lire un pan de bois, c'est savoir en décrire les particularités, en recherchant dans les panneaux définis par poteaux et sablières quel est le jeu des remplissages (verticaux et/ou horizontaux). C'est noter la présence et la position des décharges, l'existence de figures géométriques décoratives et mesurer la section des différentes pièces de bois.

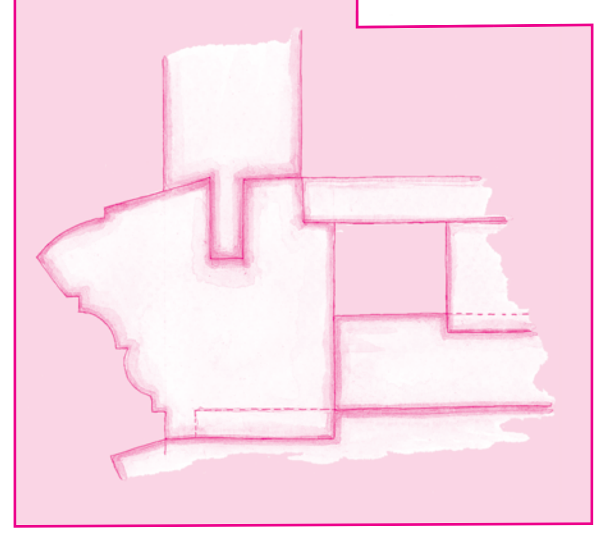
C'est aussi comprendre les descentes de charges, du sommet au pied de l'édifice, et le rôle de chacune des pièces qui y participent. Savoir juger de la qualité des bois, voire déterminer les essences d'arbre mises en œuvre.

C'est encore repérer les assemblages et le chevillage, noter les traces (mortaises, trous de cheville, rainurage) laissées sur des pièces de réemploi par les affectations précédentes ; interpréter la trace d'anciennes ouvertures avec leurs encadrements et appuis.

C'est, enfin, analyser la nature des hourdis (torchis, pavés de terre crue, tuileaux, briques, silex, pierres) et celle de la maçonnerie du soubassement.

Un point de repère

Quand un pan de bois était destiné à être apparent, on distingue nettement les moulures de rejet d'eau, les pièces horizontales comportant alors une saillie dans la masse du bois, formant un nez en bec-de-corbin.

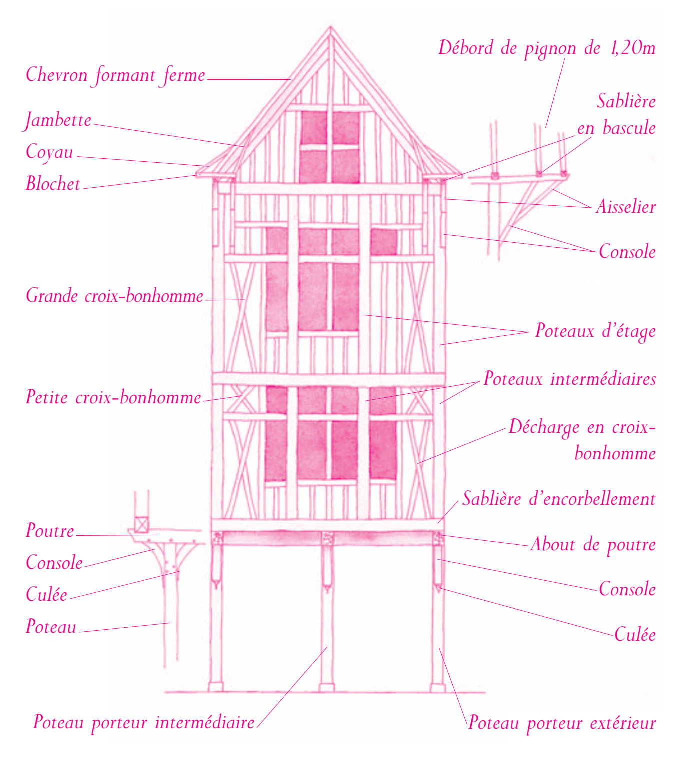


Pan de bois apparent ou pan de bois caché ?

Dans le cas d'un pan de bois caché par un bardage ou par un clayonnage enduit de terre ou de plâtre, il s'agira d'en analyser la nature, le mode d'accroche et de recouvrement, avant que de tenter d'atteindre la structure même par l'intérieur du bâtiment ou en profitant des dégradations éventuelles du revêtement.

Cette recherche est fondamentale pour déterminer si le pan de bois était, dès l'origine, destiné à être caché, auquel cas il serait malencontreux de vouloir le montrer, car, outre le non-sens esthétique d'une telle décision, on mettrait alors en danger l'ensemble de la construction.

En résumé, lire le pan de bois de sa maison, c'est rentrer dans l'intimité de l'édifice, en faire en quelque sorte la radiographie pour en comprendre la logique, le fonctionnement et, plus tard, en faire le diagnostic. Tout ce qu'aura révélé l'analyse sera reporté sur un dessin, même sommaire, qui servira de première base de réflexion pour développer un projet de restauration.



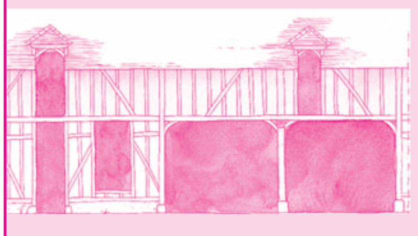
Principe des descentes de charges dans un pan de bois.

Comprendre les descentes de charges

Les descentes de charges dans un pan de bois sont réparties sur les sablières de seuil, même si certains poteaux reprennent à eux seuls des charges ponctuelles. Les poteaux sont soulagés par les lices et les pièces obliques du pan de bois, capables de reprendre une partie des efforts tout en assurant les aplombs des pièces verticales. Les poteaux transmettent ensuite cette charge au sol.

L'essentiel pour une bonne répartition des charges dans un bâtiment en pans de bois est d'avoir choisi des bois de section suffisante et d'avoir réalisé un assemblage soigneux des pièces.

La répartition des charges



Le poteau central accueille une partie du poids du solivage par la poutre et une partie du poids du toit par les pièces à l'aplomb de la lucarne. Les petits liens courbes, tout en assurant la verticalité du poteau, transmettent eux aussi une partie des charges.

Une partie du poids du toit et une partie de la lucarne transitent par la pièce oblique (la décharge) contreventant aussi l'aplomb des verticales.





Vivre le pan de bois

Certaines maisons à pans de bois ont un âge tout à fait vénérable. D'autres, plus récentes, notamment en milieu rural, sont très couramment âgées d'un ou deux siècles. Cette longévité mérite donc d'être prolongée en évitant de commettre des erreurs graves, notamment en matière d'usage et d'entretien de la maison que l'on habite.

Vivre dans une maison à pans de bois procure des sensations très particulières que ne donne pas une habitation construite en maçonnerie. L'odeur du bois, les craquements liés à sa souplesse, une chaleur naturelle du matériau engendrent des ambiances incomparables.

Habiter une maison à pans de bois doit donc être ressenti comme un privilège, une chance dont il faut avoir conscience pour pouvoir la respecter et rendre hommage à ceux qui l'ont construite et habitée avant vous. Cet usage pertinent de la maison ne connaît de règle que le bon sens, et s'appuie sur la surveillance régulière et l'entretien de ses parties constitutives.

Choix du remplissage

On évitera de remplacer les hourdis traditionnels par un remplissage plus dense, plus dur que le bois, comme, par exemple, de la brique pleine trop cuite, ou du parpaing de ciment, car une humidité se créera alors par condensation au contact du bois. On préférera la terre crue ou la brique peu cuite, ou encore les tuileaux largement maçonnés à la chaux aérienne.

Usage raisonné de la maison à colombages

Favoriser une ventilation naturelle

Les pages précédentes ont montré que **l'ennemi du bois est l'humidité stagnante**, qui ronge sa chair par l'intermédiaire des champignons lignivores et des insectes xylophages.

Tout usage de la maison pouvant occasionner cette humidité devra donc être proscrit : enduits étanches sur les parois intérieures, isolation plaquée contre les murs et ne laissant pas l'air circuler, fuites d'eau persistantes des canalisations, infiltrations de l'eau de pluie par le toit dont la couverture n'est pas entretenue, sols cimentés emprisonnant la base des pièces de bois de la structure.

À l'extérieur, on s'interdira de même les recouvrements inopportuns des façades par des enduits de ciment ou des placages destinés à « enjoliver » la maison ou à cacher le manque d'entretien des hourdis de remplissage de l'entre-colombage.



Remplissage de l'entre-colombage par des tuileaux disposés en «feuilles de fougère» et en «arbres de vie». Le passage du hourdis de torchis à des éléments de terre cuite non dimensionnés pour cet usage a amené à composer de telles figures.

Protéger les façades

Mais l'on pourra aussi décider de protéger une façade conçue à l'origine pour être vue par des bardages de bois, des tuileaux, des ardoises, pour autant que soit respecté un vide entre cette protection et le pan de bois. À l'inverse, on s'interdira absolument de retirer l'enduit ou le bardage d'un pan de bois qui n'était pas, au départ, destiné à être vu, car on exposerait alors la maison à de graves désordres.

Il existe cependant des cas où, en ajoutant un nez[12] sur les pièces horizontales, on peut remettre le pan de bois apparent, à condition malgré tout que la façade soit orientée nord-est, est ou sud (une orientation au sud-ouest semblant la dernière admise).

12. Voir aussi page 28.

L'entretien du pan de bois

Même si l'édifice ne présente, après diagnostic, aucun désordre nécessitant une intervention plus ou moins immédiate, il doit être surveillé et entretenu (comme tout bâtiment d'ailleurs, quelle que soit sa structure). Cette surveillance doit s'exercer sur tous les éléments de la construction dont la dégradation pourrait engendrer des voies d'eau et une humidité stagnante pouvant affecter le bois de l'ossature.

Surveiller les points principaux

Il s'agira ainsi de vérifier au moins une fois par an (plus, si des conditions atmosphériques exceptionnelles engendrent des risques supplémentaires) l'**état de la couverture**, pour éviter la pénétration des eaux de pluie et leur action néfaste sur la structure.

De la même manière, on contrôlera les **systèmes de protection des sablières d'étage** (auvents, moulures intégrées aux pièces de bois). Le contrôle systématique de l'**état du hourdis de remplissage** de l'entre-colombage (torchis, tuileaux, briques), dont la dégradation peut entraîner le pourrissement des bois, est lui aussi vital.

On surveillera également les **sols périphériques au bâtiment**, leur imprégnation par des eaux mal drainées pouvant dégrader la semelle qui supporte les poteaux de l'ossature ou le solin protégeant la sablière basse des remontées capillaires.

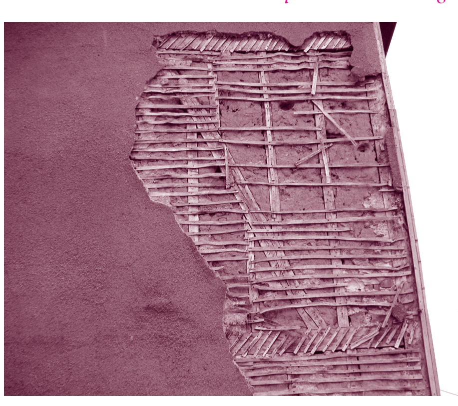
Il faudra, enfin, porter une attention toute particulière aux **revêtements de protection** (enduits, bardages) des pans de bois cachés et vérifier qu'ils jouent toujours leur rôle face aux intempéries.

Cette surveillance, constante permet en outre, d'acquérir une intimité avec la maison dont on suit l'évolution et le vieillissement progressif. L'entretien à proprement parler découle de cette surveillance, replacer un élément de couverture, refaire un hourdis[13] ou un enduit, placer un drain, reposer un élément de bardage, pouvant, selon les cas et la compétence de chacun, être fait directement par l'usager du bâtiment ou par un artisan spécialisé.

LE CIMENT EST À PROSCRIRE

Si un enduit au ciment a été utilisé, il faut impérativement le retirer car, par nature, il condense et produit de l'eau qui, restant emprisonnée entre l'enduit étanche et le mur, attaquera les bois de la façade.

L'enduit ciment appliqué sur la façade a entraîné le pourrissement des pièces de bois ; le remplissage va rapidement se désagréger.



13. Voir notamment l'ouvrage *Le torchis, mode d'emploi* dans la même série.

Traiter le bois attaqué

Le bois produit naturellement son « gris », matière qui assure sa protection.

Insectes xylophages

On pourra généralement lutter contre les insectes xylophages (après avoir éliminé bien sûr les causes de leur présence) par des moyens simples lorsque l'attaque est superficielle, par exemple en pulvérisant de l'eau de javel.

Dans le cas d'une attaque de l'aubier d'un bois par les capricornes, on devra retirer cet aubier et traiter le bois sous-jacent à la cire d'abeille.

Dans le cas d'une atteinte généralisée, il faudra scier le bois pour mesurer la profondeur de la dégradation (les professionnels font un sondage sonore à l'aide d'un petit marteau pour voir si ça « sonne creux et mou ») et décider éventuellement le remplacement des pièces.

La mérule

La mérule, quant à elle, pourra, avec les mêmes précautions préliminaires (traiter l'humidité cause de sa présence) être détruite par aspersion, pulvérisation ou badigeonnage d'eau de javel (mais le bois sera légèrement décoloré).

Les produits fongicides et insecticides, qui sont largement employés par les propriétaires pour lutter contre ces prédateurs du bois, sont, à notre avis, non seulement à peu près inefficaces (le chêne par exemple est inimprégnable au-delà de quelques millimètres de profondeur) mais encore néfastes pour la santé des habitants.

TRAITEMENT DU BOIS

On peut éventuellement cirer un pan de bois intérieur avec de la cire d'abeille, ou le passer à l'huile de lin, mais en aucun cas il ne faudrait le vernir ou le laquer.

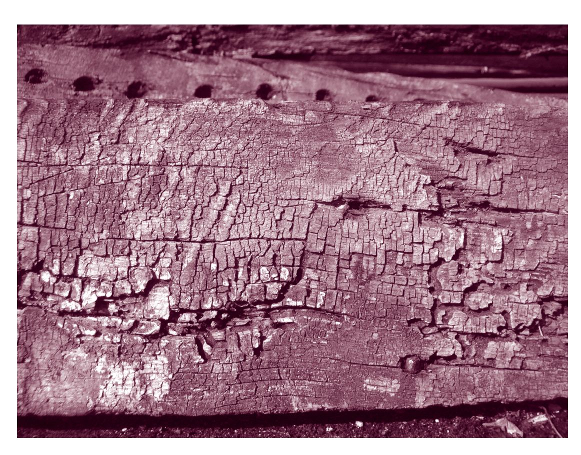
Respecter la protection naturelle du bois

De manière générale on ne doit ni gratter, ni brosser, ni limer, ni poncer le bois, qui perdrait alors sa protection naturelle, son « gris ». Un pan de bois extérieur n'a pas à être traité pour être protégé. La règle absolue est de ne pas rendre sa surface étanche.

Colorer le pan de bois

Si l'on souhaite rehausser la façade en colorant le pan de bois, on badigeonnera celui-ci au lait de chaux, nature ou teinté de pigments naturels (par exemple, tout simplement avec de l'argile trouvée autour de la maison).

Il est indispensable de peindre directement sur le « gris » du bois, dont les fines couches de cellulose permettent une bonne accroche. Si on le ponçait, il perdrait cette couche protectrice et s'assimilerait à un bois neuf peu résistant à l'humidité. Pour les mêmes raisons, on peindra directement sur le bois même s'il présente un faïençage ; sa surface faite de petits carreaux absorbera vite la teinture.



Le faïençage apparaît sur la surface de la pièce.

Connaître pour mieux intervenir : le chêne et le peuplier

■ Le chêne

L'aubier du chêne, chargé en amidon, n'est pas très résistant : il s'échauffe rapidement et est alors attaqué par les bostryches aux piqûres noires et par les lyctus aux piqûres blanches. Il conviendra donc le plus possible de l'éliminer. Mais cela est sans conséquence pour le duramen, qui n'est pas attaqué par ces insectes, sauf si l'arbre a été abattu pendant la période de montée de sève ou stocké dans de mauvaises conditions.

■ Le peuplier

Cette essence est, comme bois de charpente, aujourd'hui tombée en désuétude[14]. Il peut être attaqué par les sirex et les vrillettes, mais cela est sans grande conséquence pour sa tenue dans le temps. En effet, même très attaqué, il ressemble à nos os spongieux ; les galeries de faible diamètre creusées par ces insectes laissent au bois une bonne cohésion de ses fibres. Seule une telle attaque conjuguée à une mauvaise protection contre l'humidité pourrait l'altérer dangereusement.

PERMÉABILITÉ DES BOIS AUX TRAITEMENTS

Le chêne est très difficilement imprégnable. Il est donc vain de vouloir le protéger par des produits chimiques de synthèse. À condition que l'on accepte son vieillissement naturel et sa couleur gris argenté due aux effets des ultraviolets solaires et lunaires, il est naturellement protégé. Étant très imprégnable, le peuplier peut recevoir un traitement par des produits de préservation, ce qui favorise son emploi dans des sites exposés à l'humidité.

14. Seules les maisons anciennes et surtout les granges, certaines vieilles de plus de cent ans, attestent encore l'importance que le peuplier a eue dans le passé.





Le diagnostic

Si, par nature, le pan de bois bénéficie d'une longévité au moins égale à celle des maçonneries de pierre ou de brique bien exécutées, des malfaçons d'origine, de malencontreuses interventions, l'usure des pièces de structure les plus exposées aux actions de l'humidité, peuvent engendrer des désordres dont certains seront flagrants et d'autres auront des effets plus pernicieux.

Il s'agit donc, pour tout propriétaire de maison à pans de bois, comme, bien sûr, de tout professionnel du bâti ancien, de pouvoir évaluer la santé de l'édifice avant une intervention de restauration, de réhabilitation ou d'extension.

Le diagnostic suppose l'examen méticuleux des parties visibles ou cachées (notamment par des enduits de nature diverse ou des revêtements de protection) de la structure pour en déterminer les désordres avant d'en connaître les causes et d'envisager les réparations indispensables.



Recherche et évaluation des désordres

GRAVITÉ DES DÉSORDRES

Selon les cas, les désordres nécessiteront un démontage de la façade, voire de la totalité de l'édifice, ou simplement une reprise en sous-œuvre. Dans un grand nombre de cas aussi, le bâtiment ayant malgré tout gardé son équilibre naturel, aucune intervention ne sera nécessaire.

Certaines pathologies sont directement apparentes (déversement de l'édifice, fléchissement d'une sablière, rupture d'une pièce, pourrissement d'un élément de l'ossature, désassemblage de pièces…). D'autres ne se manifesteront que par les effets indirects qu'ils ont sur certains points du bâtiment (déformation des ouvertures, pente insolite des planchers, humidité intérieure…).

Pour chacun des désordres évoqués, il faudra, dans un deuxième temps, en déterminer l'origine : fondations défectueuses, surcharge de plancher, voie d'eau par le toit, dégradation des hourdis, suppression irraisonnée d'une pièce de l'ossature ou du contreventement, solin non étanche, attaque des insectes ou des champignons.

Méthode du diagnostic

Seul l'examen minutieux du bâtiment sous tous ses angles, à l'intérieur comme à l'extérieur, pourra porter ses fruits. Une analyse superficielle, ne prenant pas en compte l'ensemble des pièces de l'ossature principale, du remplissage, des hourdis de l'entre-colombage, de la maçonnerie du solin enfin, risquerait de passer à côté de signes avant-coureurs de désordres.

Le relevé photographique, ou mieux encore un relevé architectural, par les anomalies qu'ils révèlent, permettent généralement de débusquer l'essentiel des désordres. À défaut, la notation de toutes les découvertes faites à propos de cet examen visuel sur un dessin, même sommaire, de la façade et de ses composants, peut être une bonne base pour établir un bilan que l'on soumettra à un professionnel.

Dans tous les cas de figure, il faut prendre son temps, revenir plusieurs fois sur les lieux, à des moments différents de la journée ; l'évolution de l'éclairement de la façade pouvant, par les jeux d'ombre et de lumière, faire apparaître des détails jusqu'alors ignorés.



Pourrissement du pied de la décharge dû à l'application d'un enduit au ciment et au remplissage en brique pleine, matériau plus dense que le bois, qui a généré une condensation.

Les désordres flagrants

Le déversement latéral de l'édifice

C'est presque l'image d'Épinal de la maison à pans de bois médiévale toute gauchie, comme prête à s'effondrer. Disons d'emblée que le cas est rare et que plus le bâtiment est ancien et moins l'origine du désordre peut provenir d'une malfaçon.

Évoquons plutôt les méfaits causés à l'environnement de l'édifice par le **passage des réseaux urbains** déstabilisant poteaux d'angle et sablières basses, l'**exhaussement des sols** par stratifications successives des revêtements engendrant le pourrissement de ces mêmes sablières.

Il peut s'agir aussi de voies d'eau non contrôlées qui ont entraîné la **détérioration des assemblages**, leur rupture et par là même la fin du liaisonnement de toutes les pièces entre elles, fondement de l'équilibre d'une maison à pans de bois. Nous verrons plus loin que même dans ce cas de figure extrême, le rétablissement de l'ordre est parfaitement envisageable.

Le fléchissement et la rupture des sablières d'étage

En fait, à l'inverse d'une poutre portant un plancher qui, sous l'effet des charges qu'elle supporte, peut présenter une déformation notable (fonction de ces charges et de sa portée), le fléchissement d'une sablière ne peut être imaginé qu'en cas de rupture des poteaux et décharges sous-jacents qui participent à la répartition des charges que cette sablière reçoit.

Par contre, la rupture de la sablière elle-même peut survenir, lorsque, mal protégée d'une descente de gouttière, elle pourrit et propage son pourrissement aux pièces auxquelles elle est associée.

On vérifiera toujours l'état de cette pièce fondamentale, que l'on a toujours cherché à protéger par un **larmier** (un bec-de-corbin) d'apparence décorative, un auvent (cas très courant des maisons alsaciennes mais aussi de Normandie), ou l'**encorbellement des étages supérieurs** (cas des maisons urbaines où l'encorbellement permet avant tout de contrebalancer la portée des poutres et de préserver le rez-de-chaussée du ruissellement de la pluie).



La ruine de la sablière basse

Elle peut provenir d'écoulements supérieurs trouvant là leur zone de stagnation ou découler aussi d'une dégradation de la maçonnerie du solin[15] qui, alors, n'arrête plus les remontées capillaires du sol et peut provoquer son affaissement.

Dans les cas extrêmes, c'est au déversement de la sablière basse, ou sole, que l'on assiste, avec désolidarisation des poteaux et faux-aplomb des poteaux intermédiaires. Ce désordre, majeur, nécessite l'intervention immédiate d'un charpentier qualifié.

15. Un enduit de ciment couvrant malencontreusement le solin conduira inévitablement, plus ou moins vite, à un tel désordre.

La détérioration d'une pièce du remplissage

Elle ne peut se concevoir que dans le cadre de désordres collatéraux, humidité d'un hourdis mal entretenu, ou humidité intérieure occasionnée par une canalisation défectueuse, un évier, une douche. La rupture de ces pièces peut provenir d'un choc accidentel.

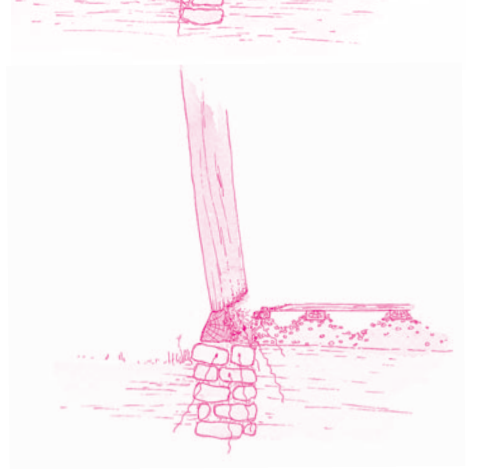
Les pièces obliques de décharge ne peuvent jamais céder. Leur détérioration ne peut provenir que du pourrissement de leur pied à cause d'une humidité stagnante.

Le pourrissement de la base d'un poteau d'angle

Le poteau cornier, reposant sur une semelle monolithe ou faite d'une maçonnerie de pierres, peut, par dégradation de cette dernière, être atteint par l'humidité du sol.

C'est d'ailleurs pour éviter ce désagrément que, dans la tradition, on prenait soin d'intercaler une ardoise, parfaitement étanche, entre la base des poteaux et leur support.

La ruine de la sablière de seuil et du pied du poteau a été engendrée par la mise en place, sur le soubassement, d'un revêtement en ciment derrière lequel l'eau stagne. Dans ces conditions, la mérule se développe rapidement et détruit la cellulose du bois, occasionnant le basculement du seuil et le faux-aplomb de la façade.



L'affaissement de la sablière de seuil est principalement dû aux remontées capillaires d'humidité et au manque de ventilation intérieure. La modification du niveau des sols extérieurs a accéléré le processus de remontées capillaires dans les maçonneries.

La dégradation d'un assemblage

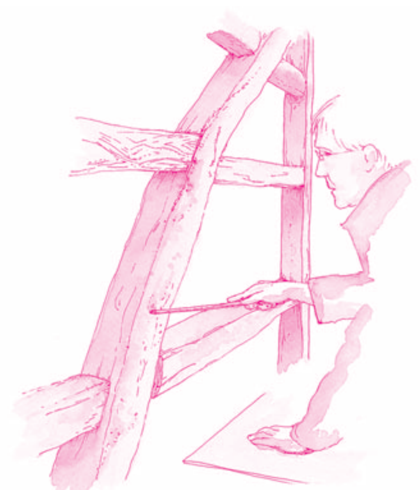
Un désordre flagrant peut se manifester au niveau des assemblages à tenon/mortaise, le cas extrême étant dû à la disparition de la cheville qui tient l'assemblage (mais elle a normalement une durée de vie au moins équivalente à celle des pièces qu'elle bloque, surtout si elle est en acacia, une telle cheville pouvant supporter 1 500 kilogrammes).

L'autre cas, plus courant, montre un simple relâchement, un jeu de quelques centimètres, engendré par le dessèchement, après mise en œuvre, du bois du tenon et de la mortaise.

De manière générale la dissociation totale d'un assemblage ne peut qu'être le produit d'un désordre majeur d'un élément du pan de bois. On peut imaginer, par exemple, la suppression malencontreuse d'une pièce de contreventement engendrant une telle déformation du panneau que l'assemblage poteau/sablière ne peut plus, mécaniquement, jouer son rôle. Le cas est, hélas, fréquent lorsqu'un pan de bois destiné à être apparent a disparu sous un enduit ou un essentage cachant la structure au point qu'on en oublie sa logique constructive et que l'on ouvre une baie sans tenir compte des éléments de l'ossature. Bien des immeubles urbains ont connu pareille mésaventure.

Évaluer le pourrissement d'un bois

Dans tous les cas de figure exposés où le pourrissement affecte un bois, il ne faut pas hésiter à gratter la partie atteinte, à la sonder à l'aide d'un poinçon ou d'une mèche, pour se rendre compte de la profondeur du dégât (dans la majeure partie des cas on constatera, d'ailleurs, que le pourrissement n'est que superficiel).



Le sondage du bois grâce à un poinçon permet d'évaluer, en profondeur, la résistance de la pièce affectée.



À l'aide d'une plane, il sera parfois nécessaire de retirer en surface d'un bois les parties atteintes, sans pour autant avoir à remplacer la pièce.

Les désordres cachés

IDENTIFIER L'ORIGINE D'UN DÉSORDRE

Il faut se montrer très attentif à tous les désagréments que l'on peut rencontrer dans l'usage quotidien de la maison (humidité en particulier) pour remonter jusqu'à la cause, plutôt qu'essayer d'emblée de les résoudre de manière inconsidérée au risque de les aggraver.

Les principes généraux

On peut dire, comme pour toute construction, qu'un désordre peut en cacher un autre, et on ne doit pas arrêter l'analyse de la maison aux seuls désordres manifestes qui affectent la façade. Car l'origine de ces désordres peut être… d'autres désordres.

Par ailleurs, des désordres affectant d'autres éléments[16] de la construction que le pan de bois proprement dit (le second œuvre, planchers, menuiseries d'ouverture, enduits intérieurs) trouvent souvent leur origine dans la structure elle-même.

De même, une vérification méticuleuse de toutes les parties recouvertes après la construction de l'édifice, par tout type de recouvrement (papier peint, enduit au ciment, plaque métallique…), permettra de débusquer des désordres en devenir ou déjà aboutis.

La dégradation des appuis de fenêtre

Dans la tradition, on réalisait les appuis en bois. Leur recouvrement à l'aide de plaques de plomb ou de zinc peut s'avérer une aberration, car l'air ne circulant plus sur le bois, il entraîne leur dégradation. Généralement, le simple fait de découvrir l'appui d'origine suffira à stopper les dégâts.

Le faux-aplomb des ouvertures

La difficulté à ouvrir les portes et fenêtres[17] **peut être le symptôme d'un désordre de structure**, tel qu'un basculement dû à l'affaissement et au déversement de la sablière basse de l'édifice, qui aurait pu échapper à l'investigation générale. Mais, une maison à pans de bois admettant des déformations importantes sans que cela mette en danger la stabilité de l'édifice, on évitera d'en déduire que la maison est à abattre !

Raboter les menuiseries de fenêtres, reprendre le niveau du plancher, sera généralement largement suffisant, le désordre proprement dit évoluant de manière très progressive (parfois sur des centaines d'années !).

16. L'affaissement de la sablière basse peut être révélé par la présence de fissures sur les murs intérieurs ou la pente insolite des planchers.

17. Quand il ne s'agit pas, bien sûr, d'un simple gonflement des menuiseries occasionné par l'humidité.

La désolidarisation des poutres

Dans le cas de maisons à pans de bois mitoyennes, avec un raccordement des toitures faisant intervenir un chéneau (aujourd'hui en zinc, autrefois en bois), la dégradation de celui-ci entraînera la ruine progressive des sablières d'étage de chacun des bâtiments contigus, dont on ne s'apercevra que lorsque les poutres se raccordant à ces sablières s'en seront désolidarisées.

Dans le cas de bâtiments placés d'équerre (par exemple une grange faisant angle droit avec une habitation), il faudra, pour les mêmes raisons, toujours contrôler l'état de la noue de raccordement des toitures.

L'attaque des bois par les champignons

C'est souvent de l'intérieur que l'on peut constater l'attaque de la mérule (alors qu'à l'extérieur on ne remarquera qu'une dégradation de l'enduit par exemple), qui engendre des traces d'humidité très visibles, avec une couleur variable, du noir au blanc en passant par les verts, les marrons et les rouges. En passant la main sur ces taches on aura la sensation d'une poudre humide teintant la peau. Un sondage montrera la profondeur de son attaque[18], mais il est rare qu'une poutre soit complètement attaquée par le champignon. Il prépare par contre le terrain aux insectes xylophages après avoir détruit les tanins protecteurs, car les attaques de la mérule et des insectes sont souvent combinées.

L'attaque des bois par les insectes

On identifie l'insecte en fonction de la dimension des trous qu'il laisse dans le bois. On peut aussi repérer ces insectes par les sciures de bois qu'ils laissent en faisant leurs galeries[19], en suivant la fibre tendre du bois.

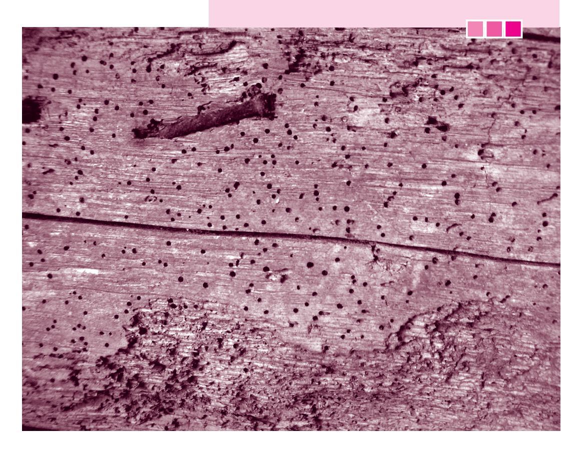
Le capricorne ne peut s'attaquer au chêne que quand les bois ont été très dégradés par la mérule. Quant à la vrillette elle n'en attaque que l'aubier. Même le peuplier, beaucoup plus tendre que le chêne, ne peut subir des atteintes graves que dans le cas d'une forte dégradation préalable par l'humidité et les champignons.

18. Rappelons que la mérule progresse dans l'aubier du bois mais pénètre difficilement le bois parfait.

19. Toujours sur le dessous ou le côté des pièces pour pouvoir évacuer ces sciures.

Attaques visibles des insectes

La petite vrillette fait des trous de 1 à 1,5 millimètre, la grosse vrillette des trous de 2 millimètres. Le capricorne, quant à lui, fore des trous de 2 jusqu'à 5 millimètres.





Restaurer le pan de bois

Le diagnostic a pu révéler des désordres sur lesquels il convient d'intervenir. La plupart de ces interventions nécessitent le recours à des artisans spécialisés, ceux-là même généralement qui ont conduit le diagnostic.

La capacité d'une maison à pans de bois à résister aux déformations étant, comme nous avons pu le constater, exceptionnelle, on peut, entre le constat du désordre et l'intervention, se donner le temps de la réflexion pour intégrer la restauration du bâtiment dans un programme plus large de travaux d'aménagement ou de réhabilitation.

On pourra aussi réfléchir posément aux entreprises auxquelles on fera appel, pour trouver l'artisan le mieux adapté aux conditions du futur chantier (compétence en matière de constructions anciennes, sensibilité à la notion de préservation du patrimoine, références sur des interventions identiques).

Il est toujours instructif d'aller visiter des chantiers équivalents et de discuter avec leurs commanditaires et les artisans qui les ont conduits.

Principes de restauration

La réflexion préalable

La restauration d'une maison ancienne est effectivement un moment important, qui oblige à se poser des questions fondamentales : quel type d'intervention faire, et quel sera son impact sur la valeur esthétique des façades ? Comment concilier efficacité technique, à moyen et long termes, et respect des caractéristiques historiques de la maison ? Quels matériaux de substitution ou d'accompagnement admettre, et lesquels refuser ?

Le bon sens exige que les solutions retenues soient toujours celles qui permettront à la construction de vivre le plus longtemps possible en assurant à ses habitants le maximum de confort et de satisfaction. Et si ces solutions sont celles de la tradition, pourquoi en chercher d'autres, plus « modernes » mais peut-être plus aléatoires, voire dangereuses pour la survie du bâtiment ?

MÛRIR SA DÉCISION

Aucune réponse hâtive ne pouvant être apportée aux questions ayant trait à la restauration, il convient de se donner du temps, et fort heureusement la maison à pans de bois vous permet de le prendre !

Les interventions courantes

Selon la nature des désordres, différents types d'intervention seront envisagés, chacun mobilisant des moyens techniques et financiers et impliquant une durée de chantier particuliers :

- intervention sur un élément de remplissage des panneaux ou sur une pièce de décharge ou de contreventement ;
- intervention sur un des éléments majeurs de l'ossature (remplacement ou réparation d'un poteau ou d'une sablière) ;
- intervention lourde, nécessitant le démontage complet d'une façade, voire de tout l'édifice, ou encore son redressement ;
- reprise totale ou partielle de la maçonnerie du solin.

On peut ajouter à cette liste les travaux liés non à la réparation de désordres mais à une amélioration du confort du bâtiment, notamment en matière d'isolation thermique (par exemple, doublage intérieur d'une paroi en pan de bois, ou doublage extérieur pour un pan de bois caché).

Le manque d'entretien du bardage en ardoise et la rupture du conduit de descente des eaux de pluie ont occasionné des désordres importants : la sablière de chambrée, pourrie, s'affaisse et le bardage bois est endommagé.



La désolidarisation des assemblages

Tenons, mortaises, queues-d'aronde, traits de Jupiter : tous ces assemblages ont la même solidité s'ils sont adaptés à l'effort qui leur est soumis. Les cas de figure décrits ci-dessous sont exceptionnels et ne concernent pas le courant des interventions sur les façades en pans de bois. Seules des entreprises très spécialisées seront à même de conduire dans de bonnes conditions de tels travaux.

■ **Dissociation d'assemblages due à une mauvaise conception**
Dans ce cas (qui est, somme toute, rare dans la tradition, le charpentier sachant calculer les efforts auxquels sont soumis les assemblages en fonction de la position des pièces dans la façade et de leur section), et si l'on souhaite garder l'ouvrage sans entamer de travaux en profondeur, on peut procéder par boulonnages discrets des raccordements défectueux.

■ **Dislocation accidentelle** (choc, glissement de terrain, effort imposé exceptionnel)
Le redressement se fait par cric, vérin, tire-fort. Après avoir nettoyé l'intérieur des assemblages pour ménager un réemboîtement correct, la fixation peut se faire par un rechevillage, un boulonnage discret, voire par l'utilisation de pièces métalliques de renfort (boulons, plate-bande, queue de carpe).

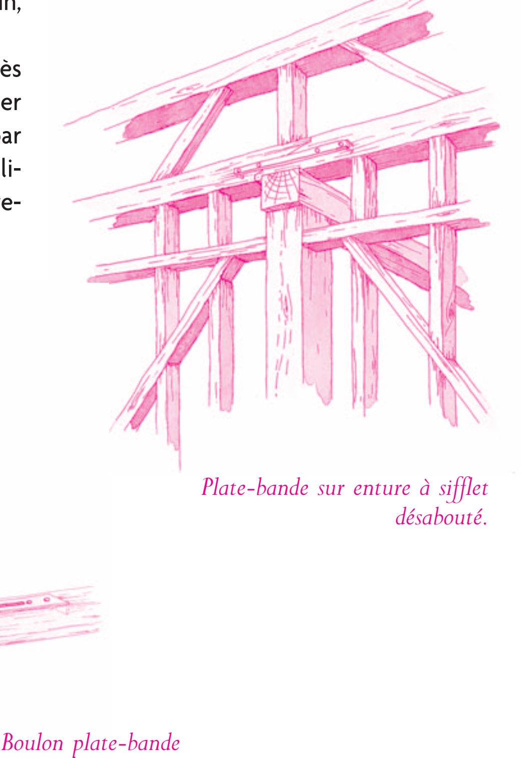
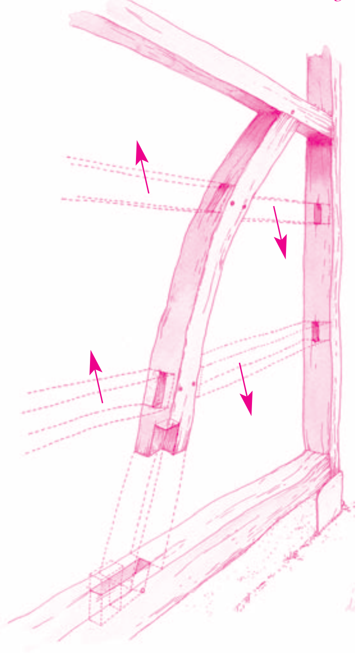

Plate-bande sur enture à sifflet désabouté.

Plate-bande

Queue de carpe

Boulon plate-bande

Intervention sur une décharge. Pour une décharge abîmée en pied, on procédera à une enture après avoir dégagé la pièce de la sablière de seuil, retiré, par déchevillage et basculement, les deux boutisses assemblées à oulice dans la décharge et remplacé la partie défaillante. La décharge est ensuite replacée dans sa sablière basse en complétant la mortaise, en reprise de désabout, avec une cale. Les boutisses sont rechevillées à neuf.



Intervention sur un élément secondaire

Avec des rôles différents[20], les éléments secondaires structurent les panneaux des façades. On peut les remplacer ou les réparer sans mettre en danger l'ossature le temps des travaux.

Tous les éléments, colombes, guettes, liens, éperons, lices, décharges, sont assemblés aux sablières et aux poteaux par tenons et mortaises et ont été mis en place par emboîtements successifs lors du levage du panneau. Il faudrait donc, logiquement, procéder à un démontage complet de la façade pour remplacer l'une quelconque de ces pièces, ce qui serait fort long et coûteux si seuls un ou deux éléments sont défectueux.

Éléments de remplissage

Pour un élément de remplissage, le premier travail consiste à retirer, de part et d'autre de la pièce détériorée, le hourdis et les palançons qui le retiennent. On retire ensuite les chevilles bloquant l'assemblage, puis on déboucle les mortaises (c'est-à-dire qu'on agrandit l'entaille de mortaise pour pouvoir désengager le tenon latéralement). On peut alors dégager la pièce.

Toutefois, lorsque les éléments de remplissage sont en ordre serré, on peut, par souci d'économie et de gain de temps, et dans la mesure où ces pièces ne sont pas porteuses, se contenter de scier le bois pour l'ôter et mettre en place son remplaçant en le clouant[21] en tête et en pied aux sablières. Le rétablissement ultérieur du hourdis masquera cette intervention.

Éléments de décharge

Pour un élément de contreventement, on évitera de procéder ainsi. Une guette ou un lien devront, en cas d'intervention, retrouver leur assemblage à tenon et mortaise.

Pour une décharge, où s'assemblent de part et d'autre les tournisses, il faudra, en outre, retirer toutes ces pièces avant d'intervenir sur celle-ci. Selon les cas, une décharge neuve est réalisée en atelier ou une enture est effectuée pour remplacer la seule partie détériorée. On peut alors repositionner la pièce entre les sablières, la réassembler aux éléments de remplissage, puis ajouter une cale dans les mortaises de pied et de tête agrandies pour bloquer les tenons.

20. Voir « Principes de construction », page 24.

21. Dans le cas d'un pan de bois destiné à être caché et dont les éléments sont souvent en peuplier le clouage, dès l'origine, de ces pièces secondaires est très courant.

Intervention sur un élément majeur de l'ossature

Il s'agit en l'occurrence des sablières et des poteaux qui, selon les désordres qui les affectent, seront réparés ou remplacés. Ce sont les pièces majeures d'un pan de bois et l'on ne peut que recommander une attention particulière pour leur restauration.

On cherchera malgré tout, pour des raisons d'économie (car ce sont des pièces massives et coûteuses), à conserver dans la mesure du possible la partie encore saine de ces pièces. Rares en effet sont les cas où la totalité d'un poteau ou d'une sablière est dégradée en profondeur.

Les poteaux

Pour un poteau on aura le plus souvent constaté le pourrissement de son pied, au contact de la semelle, alors que la tête du poteau, avec son assemblage avec la sablière intermédiaire, est saine.

On sectionne alors à la scie la partie atteinte, après avoir dégagé le remplissage et étayé la poutre. On réalise ensuite, sur place, en sous-face, une **enture de poteau** à l'aide d'un passe-partout ou d'une tronçonneuse. Puis, on taille l'inverse de l'enture dans la pièce de bois de remplacement et on emmanche les deux pièces, sans jeu.

On procédera de manière identique si c'est la tête du poteau qui, à la suite d'une fuite de chéneau par exemple, a été dégradée.

Une partie de la sablière de seuil ayant dû être remplacée, on opère un réemboîtement de la pièce neuve, par enture désaboutée. La pièce de remplacement sera, de préférence, choisie dans un bois courbe de manière à pouvoir reprendre plus aisément les tenons des tournisses.

Les sablières

Lorsque c'est le pied du poteau qui a été atteint, la sablière basse qui s'y raccorde l'aura été aussi quasi inévitablement. Il y a donc, dans ce cas, nécessité de tronçonner l'about de sablière dégradé, de tailler une pièce neuve au même gabarit, avec tenon et mortaise, et de la raccorder à la sablière avec une **enture horizontale**. Mais cette intervention sur la sablière suppose que l'on ait dégagé la maçonnerie du solin[22].

22. Voir page 59.

Dans d'autres cas, seule une partie médiane de la sablière a subi des dommages, sans déversement de la poutre. Il faudra alors, après avoir étayé, dégager la maçonnerie du solin de la zone concernée, retirer les pièces verticales de remplissage et, éventuellement, la décharge, scier la partie de sablière atteinte, raccorder, avec une **enture**, la pièce de remplacement avec ses mortaises, remonter les pièces qui s'y assemblent et, enfin, reconstituer la maçonnerie du solin.

On aura compris qu'il s'agit là d'une intervention longue à cause de la suite d'opérations en cascade qu'elle suppose.

LES ENTURES
Pour toutes les interventions mettant en œuvre des entures, on conservera pour les pièces de remplacement les mêmes essences que celles des bois d'origine.

Dans ce cas de figure, le remplacement d'une partie de la sablière de seuil et du poteau nécessite la mise en place de vérins.
Pied de poteau et portion de sablière assemblés sont ensuite mis en place par enture.

Affaissement sur sablière de seuil

L'affaissement sur la sablière de seuil est un désordre assez commun aux vieilles maisons à pans de bois. C'est lui qui donne aux façades une allure penchée.

Ce tassement s'est fait lentement au cours des siècles. Il est dû principalement à la remontée des sols jusqu'au niveau des seuils, entraînant une humidité permanente aux points d'appui. La conséquence est donc un pourrissement lent mais régulier.

Le cas est fréquent en milieu urbain où les traitements successifs du sol de la rue sur plusieurs dizaines voire centaines d'années amènent à oublier le niveau de base originel de la construction.

À l'époque contemporaine, l'utilisation de revêtements étanches n'a pu qu'accentuer le phénomène, la remontée de l'humidité du sol ne pouvant trouver d'exutoire naturel et imprégnant toute la zone de contact solin/sablière.

Il n'y a qu'un seul remède : dégager de nouveau le seuil et rétablir les points d'appui. Ce qui ne va pas sans poser de problème de raccordement entre le niveau de la chaussée et celui du solin dégagé.

On n'hésitera pas à redresser la façade (tout en gardant l'empreinte du temps), à l'aide de vérins et de tire-forts, pour le maintien serré. Le pan de bois se prête particulièrement bien à cette opération.

On procédera au réemboîtement des divers assemblages, puis on renforcera, si nécessaire, à l'aide de boulonnages, fers plats, queues de carpe, boulons plate-bande. Ces ferrements devront être efficaces et discrets.



Le rehaussement de la chaussée dans ce village solognot a entraîné l'enfouissement progressif du solin. La sablière de seuil se retrouve au niveau du sol. La situation est aggravée par la présence d'un enduit de ciment.

Reconstitution d'un élément détérioré

Pièce de raccord

Pour des raisons esthétiques, et dans la mesure où la dégradation de la pièce n'enlève rien à sa résistance, on peut se contenter de rétablir l'unité d'un bois par une reprise simple.

Pour ce faire, on gratte la partie atteinte pour retrouver le bois sain, on creuse une mortaise et l'on place dans cette cavité une **cale de réparation**. Cette pièce de substitution sera taillée à la mesure exacte de la mortaise, dans un bois de même nature, avec des fibres identiques et le même vieillissement, pour que le rapiéçage soit le moins visible possible. Après avoir enduit de colle (type Bostic® ou Sika®), on ajuste cette pièce de raccord.

On peut procéder de manière identique pour un **angle de poteau** écorné accidentellement. Après avoir taillé en biais dans la poutre on remet, dans les mêmes conditions que précédemment, un angle de raccordement qui, à l'œil, ressemblera à une queue-d'aronde.

Choix du bois de remplacement

Il faut retenir que, s'il est envisageable de changer l'essence du bois utilisé pour les éléments de remplissage (par exemple passer du chêne au peuplier pour les colombes ou les tournisses), la décharge devra (comme les sablières et les pièces de contreventement, d'ailleurs) toujours être en chêne.

De manière générale :

- les pièces couchées d'un pan de bois devront toujours être en chêne ;
- les pièces debout pourront être en peuplier.

En effet, si la résistance à la contrainte de flanc du chêne est supérieure à celle du peuplier, la résistance à la contrainte du bois debout du peuplier est supérieure à celle de flanc du chêne...

Fibre de verre et résine

On peut, dans un certain nombre de cas, concernant généralement des monuments historiques, faire appel aux résines pour restaurer les éléments dégradés d'un pan de bois.

■ Principe

Les résines peuvent être utilisées sur une petite portion de pièce détériorée, ou à plus grande échelle si la pièce est véritablement précieuse (par son histoire, ses sculptures ou ses décors peints).

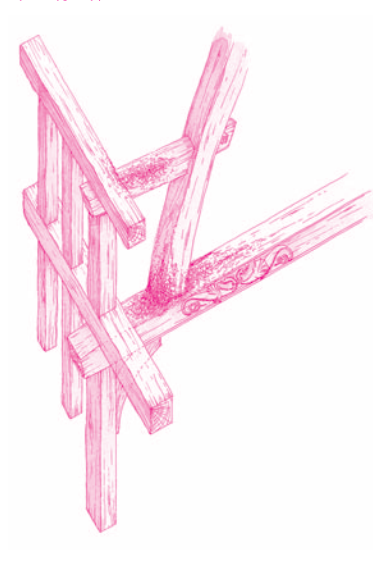
En façade, on peut admettre que certains éléments ayant une grande valeur soient complétés par des résines dans leur partie atteinte, mais jamais sur des surfaces supérieures au tiers de la pièce. Dans tous les autres cas de figure il est préférable de remplacer celle-ci, car l'intervention est très coûteuse.

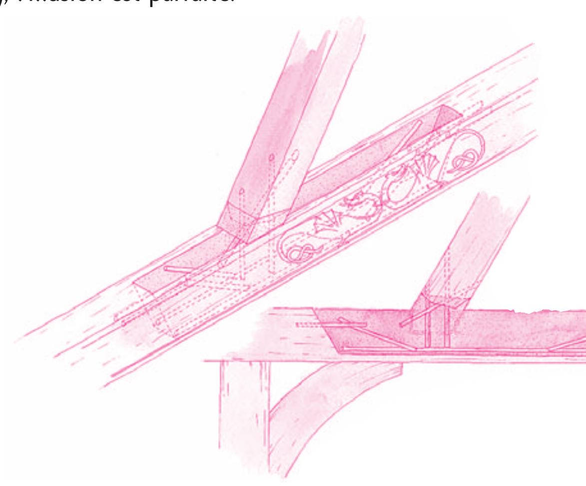
■ Méthode

On commence par purger le bois pourri à l'aide du ciseau, du grattoir et des outils mécaniques pour retrouver le bois sain. On perce ensuite le bois en bout de pièce, dans le sens des fibres, puis on insère des tiges de fibres de verre de 3 centimètres de diamètre. On pose alors un coffrage cloué autour de la pièce pour reconstituer sa base, et l'on coule enfin la résine.

Il est préférable d'utiliser un vieux bois pour faire le coffrage afin qu'il laisse l'empreinte de ses fibres incrustées dans la résine lorsqu'on démoule. Une fois la résine patinée (à la peinture, par un spécialiste), l'illusion est parfaite.

L'enfoncement de la pièce oblique dans la poutre armoriée fragilisée doit être stoppé par une reprise en résine.





Des tiges de fibre de verre sont insérées horizontalement dans la poutre après refouillement. D'autres sont collées dans des percements réalisés en biais dans le bois sain. D'autres, verticales dans l'assemblage, vont chercher l'effort de traction au fond de l'entaille pour le ramener en zone comprimée.

Le bas de la pièce oblique est chanfreiné pour assurer une bonne assise de compression.

On « colle » le tout à la résine, les tiges de verre servant à conforter la liaison.

Démontage partiel ou complet d'un édifice

Principe

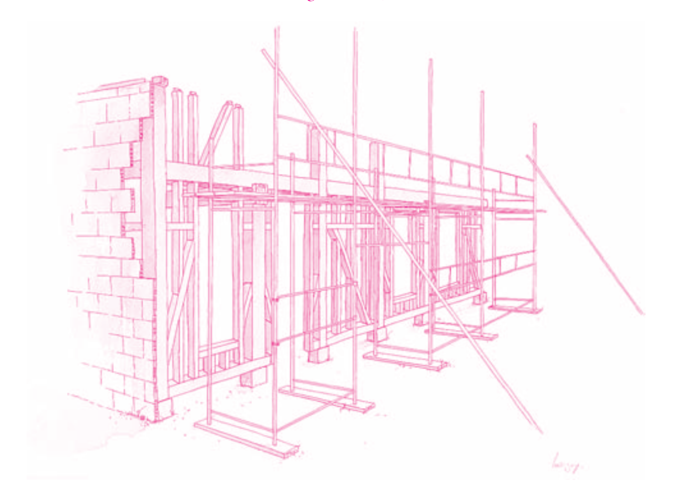
Dans un certain nombre de cas, par exemple celui d'une maison abandonnée depuis de nombreuses années, le démontage complet de la façade sera nécessaire pour conduire la restauration de ses pièces endommagées. Il est, à ce sujet, totalement incohérent de décider la destruction pure et simple d'un bâtiment même fortement ruiné.

Par souci d'économie, par respect de l'histoire de la maison et de ses bâtisseurs, par bon sens pratique aussi, on cherchera à réutiliser un maximum d'éléments au moment du démontage. Trop de pièces de bois, vieilles de plusieurs centaines d'années et issues de chênes eux-mêmes séculaires, sont ainsi quotidiennement jetées à la décharge ou brûlées alors qu'elles pourraient, réintroduites dans une façade, jouer leur rôle pendant plusieurs centaines d'années encore.

On devra donc admettre comme principe préliminaire aux travaux que toutes les pièces de bois récupérables seront épargnées lors du dégagement et du démontage de la façade à restaurer. Cette manière de concevoir une intervention lourde oblige, bien sûr, à une très grande rigueur et à une analyse préalable en profondeur.

23. La maçonnerie du hourdis échappe au travail du charpentier et incombe au maçon.

Façade en cours de remontage.



Méthode

On commencera par retirer minutieusement le hourdis de l'entrecolombage ou, dans le cas d'un pan de bois caché, son revêtement de protection.

Les éléments de ce hourdis[23] (briques, carreaux, pierres) ou de cette protection (bardeaux de bois, tuiles, ardoises) seront stockés à part pour leur réutilisation éventuelle.

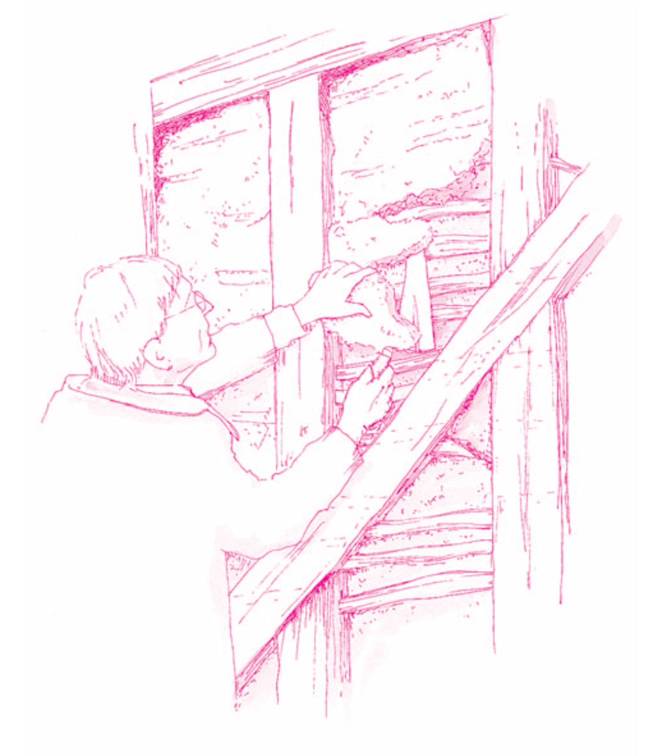
On profitera de ce déshabillage pour bien comprendre les mises en œuvre particulières utilisées au moment de la construction, l'âge de la maison pouvant justifier une approche quasi archéologique.

Il sera bon toutefois de veiller à ce que la maçonnerie du hourdis reconstitué ne dépasse jamais l'arête du bois, le remplissage devant toujours être en retrait du nu du bois, car il faut que cet endroit sensible du colombage puisse sécher rapidement en cas de pluie.

Si la charpente du toit est saine et ne nécessite pas d'intervention, on étaiera les fermes et on pourra commencer le démontage.

On procédera au démontage des pans de bois de la façade dans l'ordre logique de son montage originel, pièce par pièce, assemblage par assemblage, en laissant en place, malgré tout, la sablière haute et les poteaux d'angle. Les échafaudages métalliques seront positionnés à l'extérieur et à l'intérieur du bâtiment. On procédera ainsi façade après façade selon l'avancement du programme de chantier.

Il est bon de récupérer les anciens torchis. Pour ce faire, on glisse la lame de la truelle entre les paleçons et le torchis en exerçant une petite traction-rotation à l'aide de la truelle.



Comme il est dit plus haut, on repérera au fur et à mesure de ce démontage les pièces endommagées qui, devant être changées, pourront néanmoins être en partie réutilisées, après retaillage en atelier, avec une autre affectation. Les éléments de la façade dont la dégradation aurait fait disparaître le marquage seront munis d'une planchette de repère avec une marque les localisant dans l'ossature.

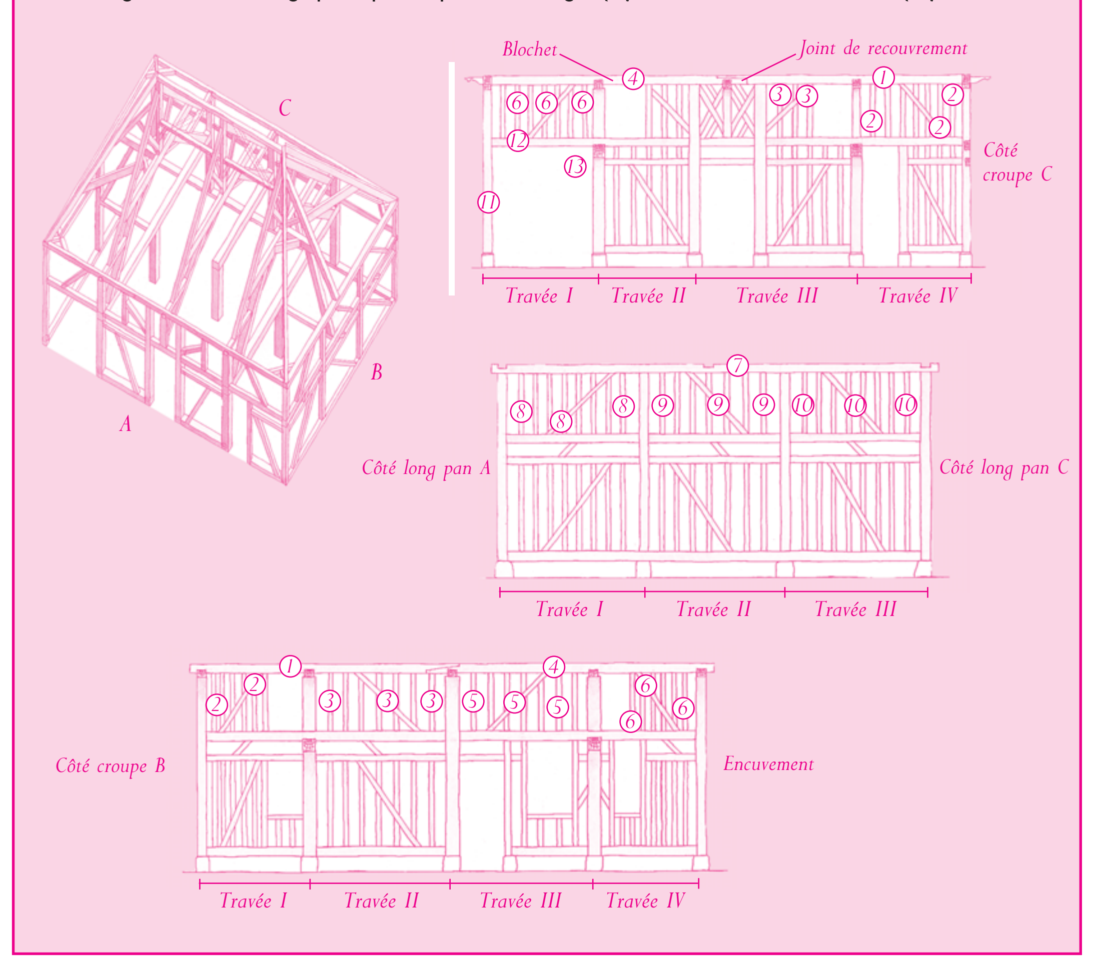
Tous les bois ne devant pas subir de transformation en atelier seront stockés sur place, sur des cales les mettant à l'**abri de l'humidité du sol**, mais sans bâchage pour les protéger des intempéries. Ils seront, avant leur réutilisation, grattés au niveau des assemblages et éventuellement purgés avec de l'eau de javel pour éviter que la mérule ne s'y développe.

Démontage d'une maison à pans de bois. Exemple

Au préalable, les maçonneries de remplissage ont été démontées ainsi que le torchis et la couverture ; l'ensemble a été étayé. Les chevrons anciens et les pannes ont été récupérés et stockés en vue du futur remontage.

L'ordre du démontage pièce par pièce est partiellement indiqué par le biais de chiffres ; le démontage de l'édifice est effectué de haut en bas en commençant par les longs pans A et C, c'est-à-dire la partie haute de l'encuvement (tout d'abord la sablière haute selon le sens des joints à recouvrement), puis seront démontés la charpente du toit, les planchers ainsi que les solivages.

On procédera ensuite au démontage de la partie haute des croupes C et D avant de reprendre le démontage des deux longs pans par le poteau d'angle (11), la sablière de chambrée (12)...



De manière générale, il est préférable de restructurer le pan de bois en atelier plutôt que de revoir les assemblages sur le chantier, car on passe toujours plus de temps à réparer sur place.

C'est pour cette raison que dès que l'intervention de restauration est lourde, il est préférable de démonter toute la façade, de refaire une épure et de tailler les pièces en atelier.

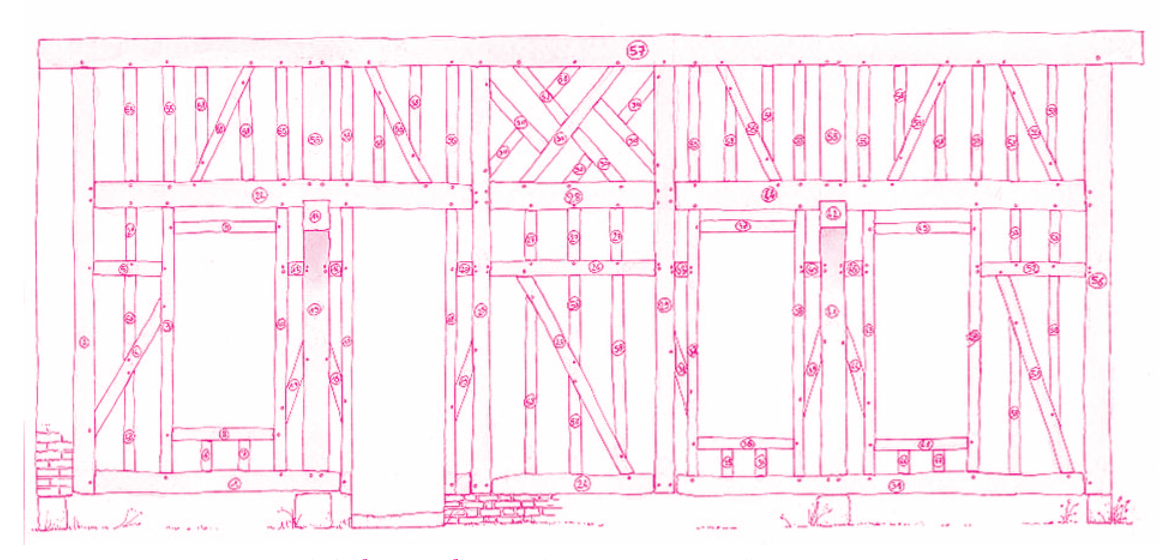
Le temps perdu en manutention et en transport est alors largement récupéré par la précision du raccordement des bois neufs avec ceux d'origine, d'autant plus faciles alors à remettre en œuvre dans la façade.

■ **Remontage**

Pour un chantier de reprise totale d'un édifice de 160 mètres carrés au sol, on comptera, avec une équipe de 3 à 5 hommes, un temps de remontage variant de une à deux semaines (cette durée n'incluant pas le travail préalable en atelier, fonction du nombre de pièces à tailler et d'assemblages à réaliser).

COÛT DU CHANTIER

On peut, globalement, évaluer le coût de la restauration d'une façade en pans de bois de 4,5 x 9 mètres, démontée-remontée, à 8 000 euros HT en moyenne (mais toute une série de paramètres peut, bien sûr, faire varier ce chiffre).



Le remontage des panneaux de la façade se fera dans le sens du marquage des pièces à partir des poteaux d'angle : sablières de seuil, décharges, lices, etc.

Redressement d'une façade

Nous prendrons arbitrairement un cas de figure très déformé. Personne n'a corrigé le désordre de la façade ; le propriétaire actuel, âgé, laissera ce soin au futur repreneur. Le rez-de-chaussée, très ruiné par le rehaussement progressif du niveau de la rue, a fait disparaître presque complètement les appuis. Mais la maison tient toujours !

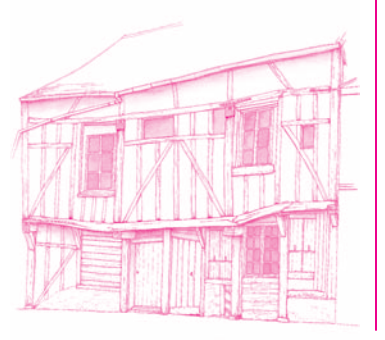
■ Principe

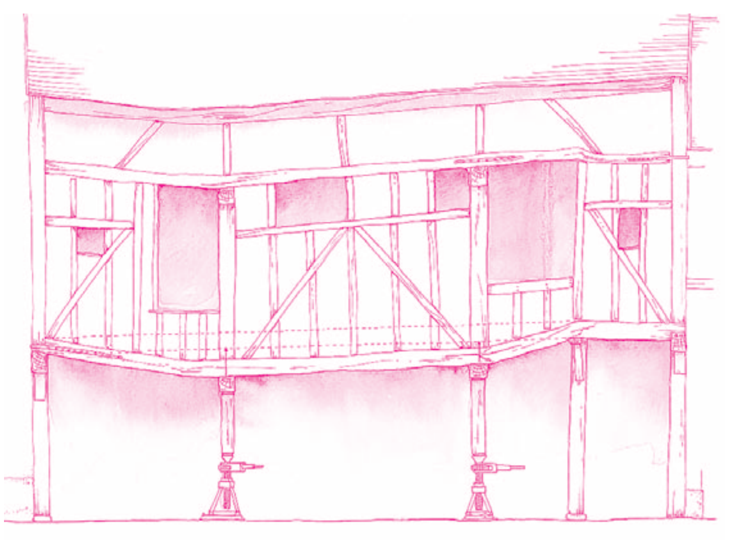
On pourrait être tenté de garder la déformation pour insister sur l'histoire du bâtiment. L'homme de métier ne peut, bien sûr, être d'accord avec ce point de vue. **Tout en conservant une déformation minimale, il faudra redresser la façade**, bien construite il y a quatre siècles, mais que des usages inconsidérés nous livrent dans cet état.

■ Méthode

À l'aide de vérins et de tire-forts, la chose est possible pour des artisans confirmés. Ceci fait, on pourra restituer dans les deux baies les fenêtres à meneaux d'origine et même prévoir quelques petites ouvertures complémentaires. À l'étage, deux lucarnes à la capucine permettront d'aménager les combles. Il faudra, enfin, restituer un rez-de-chaussée répondant au projet.

La déformation de la sablière d'encorbellement, jusqu'à sa rupture, est due à l'enfoncement progressif de ses appuis dans le sol qui, au fil du temps, a été rehaussé de 60 cm. À l'étage, la répartition des efforts par les décharges et les tournisses assurent encore la tenue du pan de bois.





Après la mise sur vérins des deux poutres porteuses, on procédera à la dépose des bois du rez-de-chaussée avant de redresser la façade. À l'intérieur du bâtiment, des tire-forts sont utilisés pour stabiliser l'ensemble par serrage.

Reprise de solin

■ Principe du solin

La sablière basse d'une maison à pans de bois ne repose jamais sur le sol. Dans une maison à encorbellement cette pièce reposera sur un mur de soubassement faisant fréquemment la hauteur du rez-de-chaussée et portera les poutres de l'étage.

La reprise du solin est réalisée partie par partie (sur 1,5 mètre de linéaire). On peut interposer entre le sol et le matériau de remplissage un feutre bitumeux évitant la remontée d'humidité par capillarité.



Dans le cas d'une maison ordinaire la sablière s'assemble aux poteaux à une hauteur d'un demi-pied au minimum si l'on est en présence d'affleurements rocheux. Mais il est courant de voir un espace d'un pied, voire deux pieds, séparer la sablière du sol.

La maçonnerie sous la sablière ne fait que l'isoler de l'humidité et ne la porte pas. Par tassement au cours des âges, il arrive cependant que la sablière trouve sur ce solin une certaine assise.

Une dégradation de ce solin ne remet donc pas en cause la stabilité de l'édifice. Toutefois, en favorisant les remontées capillaires du sol, elle pourra contribuer au pourrissement de la face inférieure de la sablière ce qui, à la longue, pourra entraîner son affaissement et son déversement.

■ Méthode

La réalisation d'un solin intervient toujours en dernier dans les opérations de construction, après le montage complet de l'ossature mais avant l'exécution des hourdis de remplissage.

Dans le cas d'une intervention sur une sablière de seuil dégradée (voir plus haut), **on dégarnira le solin sous-jacent de manière progressive**, sur jamais plus de 1 à 1,5 m de longueur à la fois, et on le reconstituera au fur et à mesure de l'avancée des travaux de remise en état.



Reprise d'un assemblage avec cale de blocage insérée dans la mortaise.

Isolation des parois

Doublage d'une paroi par l'intérieur

■ Principe

Avec les nouvelles exigences en matière de confort, l'isolation des murs est une pratique incontournable dans la restauration des bâtiments anciens. Encore faut-il bien l'aborder. De manière générale, l'isolation d'un mur par l'extérieur est la meilleure solution par l'effet de masse de la maçonnerie conservée à l'intérieur.

Pour le pan de bois, il en va autrement. Même si le coefficient du rapport matériau/isolation est remarquable par rapport à celui d'un mur de pierre, il n'est plus suffisant pour atteindre le niveau de confort désiré aujourd'hui.

■ Méthode

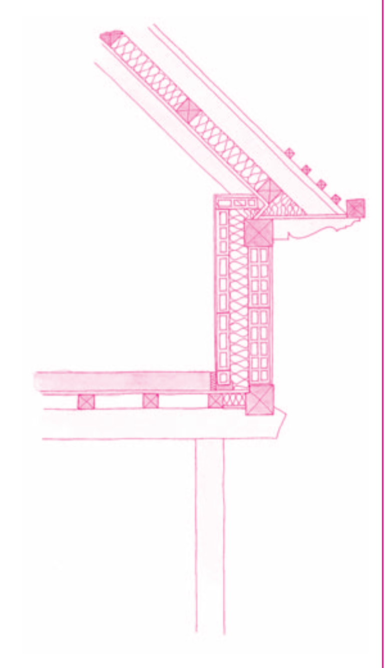
L'isolation se fera par l'intérieur. On dispose d'abord une épaisseur de laine de verre (ou tout autre isolant compatible avec un R de 2,5 pour les parois verticales). Puis on élèvera une cloison plâtrière en briques de terre cuite de 5 centimètres avec un enduit sable et plâtre qui pourra être laissé apparent, avec tous les jeux de mise en œuvre possible du plâtre teinté ou non.

Doublage d'une paroi par l'extérieur

Aujourd'hui, il est courant de voir des murs de maçonnerie contemporaine doublés, en extérieur, par un pan de bois entièrement refaçonné. Ce pan de bois restitué sur une façade, et destiné à rester apparent, comportera donc, sur ses pièces horizontales, des nez de rejet d'eau ou des moulures en bec-de-corbin de même fonction. Le doublage extérieur est d'un bon rapport qualité/prix et donne aux nouvelles façades un aspect et une modénature de qualité.

Dans une opération de restauration, on double parfois par l'extérieur des murs de pierre dont le ravalement serait onéreux avec un pan de bois façonné en fonction du nouveau projet. Le gros avantage est que le mur de maçonnerie constitue une masse thermique intérieure intéressante et conserve son rôle esthétique à l'intérieur de la maison.

Si l'on double par l'extérieur un mur en pan de bois qui n'était pas destiné à rester apparent, on peut jouer l'aspect rustique en conservant, à l'intérieur, le pan de bois visible avec son hourdis de torchis restauré.



Pour offrir une bonne isolation thermique tout en restant esthétique, le pan de bois destiné à rester apparent à l'extérieur a été doublé par l'intérieur en briques plâtrières et avec un isolant.

Note pratique
… pour préparer son chantier de restauration

Où se procurer du bois ancien ?

Certains démolisseurs se spécialisent dans les matériaux de récupération en faisant des stocks (on les trouvera dans l'annuaire à la rubrique démolition).

Ils deviennent ainsi des marchands de matériaux (matériaux de récupération ou matériaux des soldeurs).

Les charpentiers ont souvent aussi leurs stocks de bois anciens.

Le prix du bois ancien est libre…

Quels sont les prix du bois neuf ?

Aujourd'hui, un bois de charpente en chêne coûte entre 380 et 450 euros le mètre cube (il faut compter 1 400 euros le mètre cube pour du bois de menuiserie).

Les prix ne varient pas d'une région française à une autre. Ils peuvent, par contre, varier d'un pays à un autre.

Le coût du transport est relativement minime.

Auprès de qui acheter le bois neuf ?

Auprès des exploitants forestiers (scieries patentées).

Auprès des coopératives forestières (associations de propriétaires de forêts indépendants). Ce sont les coopératives de tous les petits exploitants privés qui font les prix du marché.

Auprès de l'Office national des forêts (prix publics de l'ONF). Comptez 43 euros le mètre cube de bois sur pied.

Glossaire

About : Extrémité d'une pièce de bois, notamment d'un tenon coupé à l'équerre.

Allège : Partie du mur située entre l'appui d'une baie et le niveau d'un plancher.

Ancre : Élément de fer forgé fixé à l'extrémité d'un tirant métallique.

Assemblage : Procédé de liaison des pièces de bois entre elles par pénétration et combinaison de section.

Aubier : Partie tendre d'un bois située entre l'écorce et le duramen, ou bois parfait.

Bardage : Revêtement d'une surface extérieure au moyen de bardeaux.

Bardeau : Petite tuile plate de bois permettant de recouvrir une toiture ou une **façade.**

Bec-de-corbin : Moulure dont le profil, saillant, prend la forme d'un bec crochu.

Bille : Tronçon du fût d'un arbre avant équarrissage et débitage.

Bisaiguë (ou besaiguë) : Outil du charpentier composé d'une barre d'acier terminée, à ses deux extrémités, par un bédane et un ciseau.

Blanchir : Retirer les inégalités les plus saillantes d'une pièce de bois par équarrissage.

Bois-de-brin : Pièce de bois de faible diamètre, à peine équarrie.

Capricorne : Insecte coléoptère dont la larve xylophage attaque les bois.

Chéneau : Petit canal chargé de recueillir et de diriger les eaux de pluie.

Cheville : Petite tige de bois dur taillée en cône à l'une de ses extrémités qui traverse un assemblage et en assure la cohésion.

Ciseau : Outil à lame d'acier taillée en biseau (ciseau droit, à chanfrein, ciseau-bédane...).

Champignon lignivore : Végétal cryptogamique, parasite du bois et des surfaces exposées à l'humidité.

Clayonnage : Tressage de tiges végétales sur lequel s'accroche le torchis.

Colombe : Élément vertical de l'ossature secondaire d'un pan de bois allant de sablière à sablière.

Colombage : Structure en pans de bois dont les vides sont maçonnés ou remplis en torchis.

Confortement : Renforcement, consolidation d'un ouvrage.

Contremarque (ou marque) : Signes tracés par le charpentier sur les pièces de bois pour les reconnaître au moment du levage.

Contreventement : Ensemble des liens ou contrevents mis en place pour contrer la déformation latérale d'une charpente ou d'une ossature, notamment sous l'effet du vent.

Cornier : Dénomination particulière des poteaux situés à l'angle de deux façades en équerre.

Croix de Saint-André : Assemblage de deux pièces de bois croisées pour assurer une meilleure rigidité au panneau.

Dé : Élément en pierre, de forme cubique, servant de support à un poteau et l'isolant du sol.

Debout : Le bois debout travaille en compression dans le sens perpendiculaire au fil du bois.

« Déboucler une mortaise » : Élargir l'entaille d'une mortaise à l'aide d'une tarière et d'un ciseau.

Décharge : Pièce oblique fixée entre deux pièces horizontales afin d'assurer la descente de charge de la traverse supérieure à la traverse inférieure.

Dépose : Démontage d'une pièce, d'un panneau ou d'un ouvrage afin d'effectuer son remplacement ou sa réparation.

Descente de charges : Cheminement des charges dans un ouvrage.

Déversement : Déformation accidentelle d'un mur dont la partie supérieure s'éloigne de l'aplomb.

Diagnostic : Analyse des désordres d'un ouvrage, visant à en évaluer l'origine et la gravité, pour préconiser des remèdes.

« Donner de la tire » : Procédé consistant, lors de la réalisation d'un assemblage, à percer en biais de manière à laisser une partie de bois au milieu du tenon.

Duramen (ou bois parfait) : Partie centrale du bois, après élimination de l'écorce et de l'aubier.

Écharpe : Pièce secondaire oblique reliant deux ou plusieurs pièces parallèles.

Encorbellement : Ouvrage réalisé en porte-à-faux, et en surplomb, par rapport aux façades des étages inférieurs.

Entaille : Évidement pratiqué dans une pièce de bois en vue de son assemblage avec une autre (entaille droite ou en sifflet, entaille à queue-d'aronde, entaille à mortaise...).

Entretoise : Pièce de bois maintenant l'écartement entre deux pièces pour les empêcher de se gauchir. Dans les constructions à encorbellement, l'entretoise assure la continuité entre les sablières haute et basse.

Enture : Assemblage bout à bout de deux pièces de bois taillées pour pouvoir s'emboîter.

Éperon : Élément biais joignant deux pièces verticales et participant au contreventement d'un pan de bois.

Épure : Représentation à l'échelle d'un ouvrage de charpente, en plan, coupe et élévation.

Équarrir : Donner à l'équerre un bois en grume en ôtant les dosses au moyen d'une scie ou d'une hache à équarrir.

Établissement : Ensemble des opérations allant du tracé des pièces jusqu'au montage de l'ouvrage : l'établissement comprend le tracé des épures ou des ételons, la sélection, l'équerrage et le marquage des bois, la taille des assemblages, et enfin le levage.

Étai : Pièce longue servant à reporter provisoirement vers un appui stable la charge verticale d'une partie d'ouvrage ou à contrer latéralement un mur en dévers.

Étaiement : Dispositif permettant, à l'aide d'étais en bois ou en métal, de maintenir provisoirement un ouvrage.

Étançon : Gros poteau trapu, placé verticalement afin d'étayer un mur, un plancher ou une poutre.

Ételon (ou étalon) : Épure en grandeur vraie d'un ouvrage de charpente, tracée à même le sol de l'atelier.

Faïençage : Craquelure de surface prenant la forme de fins réseaux de microfissures à maillage régulier.

Flambage (ou flambement) : Déformation courbe d'une longue pièce de bois verticale ou d'un mur.

Flanc : Le bois de flanc (ou bois couché) est utilisé en position horizontale et travaille en flexion.

Fléchissement : Déformation courbe d'une longue pièce de bois horizontale sous l'effet d'une charge excessive ou d'une compression en bout.

Galandage : Mode constructif fait de cloisons non porteuses de distribution intérieure, réalisées en brique ou tout autre élément maçonné.

Gauchissement (ou gauchiement) : Courbe légèrement vrillée d'une pièce de bois ou d'un panneau qui étaient originellement plans.

Grume : Tronc d'arbre abattu, ébranché mais non écorcé.

Guette : Décharge ne s'assemblant pas dans deux éléments horizontaux mais, respectivement, en tête et en pied dans un poteau et dans une sablière. Elle tire son nom de la guêtre qui monte de la chaussure vers le haut de la jambe (mais peut être aussi de la position d'un homme « aux aguets » derrière un tronc.)

Hourdis : Ensemble des matériaux (torchis, briques, tuileaux, pierres...) servant à combler l'entre-colombage.

Insecte xylophage : Insecte parasite qui se nourrit du bois, que ce soit sous sa forme larvaire (capricorne, lyctus, sirex, vrillette) ou sous sa forme adulte (termite).

Laceret : Outil servant à percer les trous de cheville.

Larmier (ou goutte d'eau) : Profil de la partie basse d'une corniche qui facilite le ruissellement des eaux.

Levage : Pose, à leur place définitive, des pièces de bois préalablement préparées et pré-assemblées en atelier.

Lien : Pièce de consolidation posée en écharpe dans l'angle formé par deux pièces de bois.

Linteau : Traverse raccordant, par le dessus, les deux montants d'une baie.

Lisse (ou lice) : Pièce de bois horizontale et rectiligne.

Marque du charpentier : Chiffre ou signe conventionnel d'identification gravé par le charpentier sur les pièces.

Mérule : Champignon mou, parasite du bois, qui provoque à terme son pourrissement.

Mise dedans : Montage provisoire des pièces, au sol, en vue de réaliser ou de vérifier les assemblages.

Mortaise : Entaille faite dans une pièce de bois, destinée à recevoir un tenon chevillé.

Noue : Angle rentrant formé par la jonction de deux versants de toits.

Oulice (ou houlice) : Mode d'assemblage classique d'une tournisse sur une écharpe, soit d'une pièce verticale sur une pièce inclinée.

Ossature : Squelette formant la partie solide d'une construction avant remplissage.

Palançon (ou paleçon) : Bois formant l'armature d'un remplissage en torchis.

Pan de bois : Ensemble des pièces de bois formant l'ossature à claire-voie d'un mur porteur.

Panneau : Zone comprise entre poteaux et sablières.

Passe-partout : Grande scie à bois sans cadre manipulée par deux personnes.

Portée : Distance comprise entre deux points d'appui successifs dans une construction.

Poteau : Pièce verticale porteuse, en bois.

Poteau d'allège (ou potelet d'allège) : Petit poteau placé sous une fenêtre.

Potelet : Poteau court de pan de bois.

Queue-d'aronde (en) : Assemblage dans lequel le tenon est évasé, rappelant la queue d'une hirondelle (ou aronde ou hironde).

Rabot : Outil servant à aplanir et à blanchir le bois.

Rainette (ou rénette) : Outil à lame d'acier recourbée formant deux griffes en gouge.

Réhabilitation : Travaux d'amélioration générale ou de mise en conformité d'un bâtiment avec les normes en vigueur.

Relevé architectural : Réaliser le « levé » d'un plan, c'est-à-dire la représentation graphique cotée d'un terrain ou d'un ouvrage.

Remontées capillaires : Infiltration ascendante, par capillarité, présente à la base des murs d'un ouvrage.

Remplissage : Tout élément qui garnit les espaces vides d'un pan de bois.

Reprise en sous-œuvre : Travail exécuté sur les parties portantes d'un ouvrage, sous la charge des parties supérieures qui ont été étayées.

Résine : Matière organique, naturelle ou synthétique, utilisée pour durcir et souder des particules de matière.

Restauration : Reconstitution à l'identique, dans son état originel attesté ou supposé, d'un ouvrage ancien.

Retrait : Contraction du bois sous l'effet d'une baisse du taux d'humidité.

Sablière : Pièce horizontale dans laquelle s'assemblent les éléments verticaux ou obliques qui composent le pan de bois.

Scie égoïne : Scie manuelle sans cadre à lame unique.

Semelle : Socle, fondation très profonde ou élément d'assise à la base d'un ouvrage.

Sifflet (en) : Se dit d'une pièce de bois taillée en biseau.

Sole : Sablière de seuil, de forte section, reposant sur un soubassement en maçonnerie.

Solin de mur : Soubassement formant bahut, notamment sous les sablières de seuil d'une construction en pan de bois.

Tarière à cuillère : Outil servant à percer des trous et à ébaucher les mortaises.

Tenon : Partie saillante d'un assemblage qui s'encastre dans l'entaille de la mortaise.

Termite : Insecte qui, sous sa forme adulte, se nourrit du bois.

Tirant : Tige métallique servant à relier deux éléments et à empêcher leur écartement.

Torchis : Mortier de terre argileuse mélangé avec de la paille.

Tournisse : Colombe qui s'assemble dans une décharge ou une guette.

Trait de Jupiter (à) : Assemblage, par enture, de deux pièces de bois, avec clef, servant à la reprise de traction.

Tuileau : Granulat constitué de fragments de tuiles ou de briques concassées, incorporé dans un mortier.

Vrillette : Insecte coléoptère qui se nourrit du bois en creusant de fines galeries.

Bibliographie

ASSOCIATION OUVRIÈRE DES COMPAGNONS DU DEVOIR DU TOUR DE FRANCE, *La charpente et la construction en bois*, « Encyclopédie des métiers », Librairie du compagnonnage, 1978.

BOITHIAS Jean-Louis et MONDIN Corinne, *La maison rurale en Normandie*, Éd. Créer, tome 1-1978, tome 2-1979.

CHAUVET Jean-Yves, *Vivre la maison lorraine*, Jaher, 1981.

DEGEZ Albert, *Le colombage vannetais*, Bulletin de la Société polymatique, tome 107, 1980.

FUCH Maurice, *La maison alsacienne à colombage*, Berger-Levrault, 1977.

IMBAULT Daniel, *La Champagne, architecture régionale*, Jaher, 1986.

JOUSSE Mathurin, *L'art de la charpenterie*, Paris, 1751.

LELOUP Daniel, *Les maisons à pans de bois de Bretagne*, Éd. Ouest-France, 2002.

QUENEDEY Raymond, *L'habitation rouennaise* (1926), Gérard Monfort, 1977.

SOULAS Jean-Jacques, *Dinan, guide de découverte des maisons à pans de bois*, Jaher, 1986.

Adresses utiles

Comité national pour le développement du bois (CNDB)
6, avenue de Saint-Mandé – 75012 Paris
Tél. : 01 53 17 19 60
http://www.cndb.org

Centre technique du bois et de l'ameublement (CTBA)
10, avenue de Saint-Mandé – 75012 Paris
Tél. : 01 40 19 49 19
http://www.ctba.fr

Fédération nationale du bois (FNB)
6, rue François-1er – 75008 Paris
Tél. : 01 56 69 52 00
http://www.fnbois.com

Fédération nationale des communes forestières de France (FNCoFor)
13, rue du Général-Bertrand – 75007 Paris
Tél. : 01 45 67 47 98
http://www.fncofor.fr

Union nationale artisanale Charpente, menuiserie, Agencement – CAPEB
46, avenue d'Ivry – BP 353 – 75625 Paris Cedex 13
Tél. : 01 53 60 50 00
http://www.capeb.fr

Union nationale française de Charpente, menuiserie, parquets – FFB
10, rue du Débarcadère – 75017 Paris
Tél. : 01 40 55 14 70
http://www.ucmp.org

Office national des forêts (ONF)
2, avenue de Saint-Mandé – 75012 Paris
Tél. : 01 40 19 58 00
http://www.onf.fr

Union des industries du bois (UIB)
6, avenue de Saint-Mandé – 75012 Paris
Tél. : 01 53 42 15 50
http://www.industriesdubois.com

Formation

Association Ouvrière des Compagnons du Devoir du Tour de France
82, rue de l'Hôtel-de-ville – 75180 Paris Cedex 04
Tél. : 01 44 78 22 50
http://www.compagnons-du-devoir.com

Fédération Compagnonnique des Métiers du Bâtiment
7, rue Petit – 75019 Paris
Tél. : 01 42 02 06 23
http://www.compagnons.org

Union Compagnonnique – Compagnons du Tour de France des Devoirs Unis
Villa Not-Nid – 81, Vallon Barla – 06200 Nice
Tél. : 04 93 71 57 55
http://www.lecompagnonnage.com

Institut de la Charpente et de la Construction Bois
3, bd Maréchal-Leclerc – 49100 Angers
Tél. : 06 19 60 61 30
http://www.institut-charpente.com

Institut Européen de Formation – Compagnons du Tour de France
(Charpente, couverture, ébénisterie, etc.)
2, rue Léopold-Alixant – 39330 Mouchard
Tél. : 08 10 50 18 10
http://www.institutdescompagnons.org

Lycée du Bois de Mouchard
Rue de Strasbourg – 39330 Mouchard
Tél. : 03 84 73 74 00
http://www.lycee-du-bois.com

Table des matières

Aux Éditions Eyrolles

Y. BENOIT/D. DIROL, *Guide de reconnaissance des bois de France*, 1999

L. COIGNET, *La maison ancienne*, 2e éd., 2006

CTBA, *Le traitement des bois dans la construction*, 2e éd., 2000

CTBA/Y. BENOIT, *Le guide des essences de bois*, 1997

M. EUCHER, *Manuel des traits de charpente*, 1997

M. GERNER, *Les assemblages des ossatures et charpentes en bois*, 1994

T. NOLL, *Assemblages en bois*, 2e éd., 2004

Conception graphique : Nord Compo
Mise en pages : Caroline Verret

Dépôt légal : novembre 2006
N° d'éditeur : 7456